



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁶ : C07D 487/06, A61K 31/55, C07D 519/00 // (C07D 487/06, 243:00, 209:00) (C07D 519/00, 487:00, 487:00)	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 97/36905 (43) Date de publication internationale: 9 octobre 1997 (09.10.97)
---	-----------	---

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR97/00557

(22) Date de dépôt international: 27 mars 1997 (27.03.97)

(30) Données relatives à la priorité:
96/04013 29 mars 1996 (29.03.96) FR(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): INSTITUT
DE RECHERCHE JOUVEINAL [FR/FR]; 3-9, rue de la
Loge, Boîte postale 100, F-94265 Fresnes Cédex (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (US seulement): PASCAL, Yves
[FR/FR]; 16, rue Georges-Tournier, F-92500 Rueil-
Malmaison (FR). JACOBELLI, Henry [FR/FR]; 65, avenue
du Général-de-Gaulle, F-91550 Paray-Vieille-Poste (FR).
CALVET, Alain [FR/US]; 1438 Astor Drive, Ann Arbor,
MI 48104 (US). PAYNE, Adrian [GB/FR]; Résidence de
l'Ermitage, 52, avenue Aristide-Briand, F-92160 Antony
(FR). DAHL, Svein, G. [NO/FR]; 45, allée de la Pièce-de-
Terre, F-91190 Gif-sur-Yvette (FR).(74) Représentant commun: DURNING, Bernard; Institut de
Recherche Jouveinal, Service Brevets, 3-9, rue de la Loge,
Boîte postale 100, F-94265 Fresnes Cédex (FR).(81) Etats désignés: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY,
CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU,
IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU,
LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO,
RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US,
UZ, VN, brevet ARIPO (GH, KE, LS, MW, SD, SZ, UG),
brevet eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),
brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB,
GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ,
CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée

*Avec rapport de recherche internationale.**Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des
revendications, sera republiée si de telles modifications sont
reques.*

(54) Title: DIAZEPINO-INDOLES AS PHOSPHODIESTERASE IV INHIBITORS

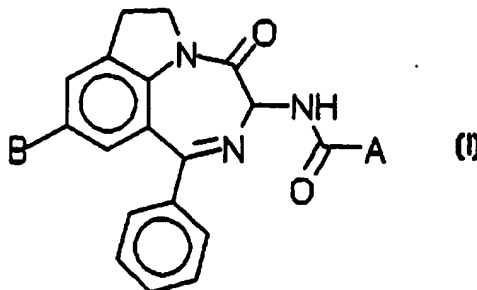
(54) Titre: DIAZEPINO-INDOLES INHIBITEURS DE PHOSPHODIESTERASES 4

(57) Abstract

Diazepino-indoles of formula (I), wherein A is mono- to trisubstituted aryl or heteroaryl, and B is an -OR₁ or -NR₂R₃ group where R₁, R₂ and R₃ are particularly hydrogen, and racemic forms, enantiomers and pharmaceutically acceptable salts thereof, as phosphodiesterase IV inhibitors, are disclosed.

(57) Abrégé

Diazépino-indoles de formule (I) dans laquelle A est aryle ou hétéroaryle mono- à trisubstitué, B est un groupe -OR₁ ou -NR₂R₃, où R₁, R₂, R₃ sont notamment hydrogènes, leurs formes racémiques, leurs énantiomères, et leurs sels pharmaceutiquement acceptables; qui sont inhibiteurs de phosphodiéstrases 4.



UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brazil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakhstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

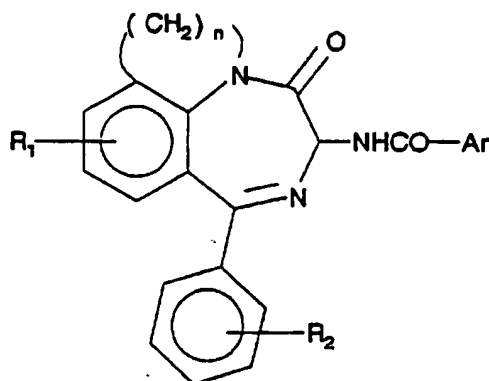
Diazépino-indoles inhibiteurs de phosphodiesterases 4Domaine de l'invention

La présente invention est relative à de nouveaux [1,4]diazépino[6,7,1-*hi*]indoles utiles pour la préparation de médicaments permettant de traiter des affections relevant d'une thérapie par un inhibiteur de phosphodiesterases 4. Ces médicaments sont utiles notamment comme anti-inflammatoires, anti-allergiques, bronchodilatateurs, ou anti-asthmatiques, et sont dénués d'effets secondaires digestifs ou cardiaques.

Arrière-plan technologique de l'invention

Différemment des propriétés révélées par la présente invention, l'art antérieur fait état de [1,4]diazépino[6,7,1-*hi*]indoles pour lesquels il est décrit des propriétés antagonistes de la cholécystokinine (CCK) et/ou de la gastrine, et qui sont proposés pour des affections du tube digestif : estomac, intestin, pancréas et vésicule biliaire, et notamment les troubles de la satiété.

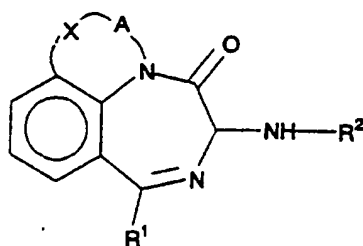
Ainsi, la demande de brevet européen n° 340 064 décrit des composés de formule :



dans laquelle R₁ et R₂ sont hydrogène ou halogène, Ar est indolyte ou phényle et n est 2 ou 3. Ces composés sont des antagonistes périphériques de la cholécystokinine (CCK_A).

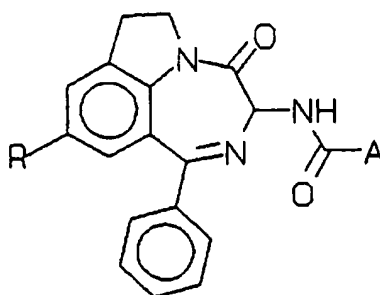
La demande de brevet européen n° 360 079 décrit des composés antagonistes périphériques et/ou centraux de la CCK de formule :

5



dans laquelle R¹ est aryle éventuellement substitué, X est oxygène ou méthylène
éventuellement substitué par un radical alkyle inférieur, A est une liaison ou alkylène
10 inférieur qui peut avoir un ou des groupes alkyles inférieurs, R² est hydrogène, ou acyle.
La demande de brevet français n° FR 94 12282 non publiée décrit l'application de dérivés
de diazépinoindoles de formule

15



20

dans laquelle R est hydrogène, alkyle inférieur, alkoxy inférieur, A est un noyau
aromatique éventuellement substitué, dont certains sont nouveaux, pour la préparation de
médicaments destinés au traitement d'affections relevant d'un inhibiteur de
phosphodiesterases 4.

25 En ce qui concerne l'inhibition des phosphodiesterases, il est rappelé que l'adénosine 3',
5'-monophosphate cyclique (AMPc) est un second messenger intracellulaire ubiquitaire,
intermédiaire entre un premier messenger (hormone, neurotransmetteur, ou autacoïde) et
les réponses fonctionnelles cellulaires : le premier messenger stimule l'enzyme responsable
de la synthèse de l'AMPc ; l'AMPc intervient alors, selon les cellules en cause, dans de
30 très nombreuses fonctions : métaboliques, contractiles, ou sécrétoires.

Les effets de l'AMPc prennent fin lorsqu'il est dégradé par les phosphodiesterases des
nucléotides cycliques, enzymes intracellulaires qui catalysent son hydrolyse en adénosine

5'-monophosphate inactive.

On distingue chez les mammifères au moins cinq grandes familles de phosphodiesterases des nucléotides cycliques (PDE) numérotées de 1 à 5 selon leur structure, leur comportement cinétique, leur spécificité de substrat, ou leur sensibilité à des effecteurs (Beavo J.A. *et al.* (1990) Trends Pharmacol. Sci. 11, 150-155. Beavo J.A. *et al.* (1994) Molecular Pharmacol. 46, 399-405). Les PDE4 sont spécifiques de l'AMPc.

Des composés inhibiteurs non spécifiques de phosphodiesterases sont connus, qui inhibent plusieurs familles d'enzymes. C'est le cas de certaines méthylxanthines comme la théophylline. Ces composés ont un index thérapeutique faible, notamment en raison de leur action sur des types de PDE présents dans des cellules autres que les cellules cibles. A l'inverse, certaines familles de PDE peuvent être inhibées sélectivement par divers agents pharmacologiques : l'hydrolyse des nucléotides cycliques est ralentie et donc leur concentration augmente dans les seules cellules où se trouve le type de PDE sensible à l'inhibiteur.

Un intérêt particulier se manifeste pour les phosphodiesterases 4 (PDE4), qui ont été identifiées dans de nombreux tissus dont le système nerveux central, le cœur, l'endothélium vasculaire, le muscle lisse vasculaire et celui des voies aériennes, les lignées myéloïdes et lymphoïdes.

Une augmentation de l'AMPc dans les cellules impliquées dans l'inflammation inhibe leur activation : inhibition de la synthèse et de la libération de médiateurs au niveau des mastocytes, des monocytes, des polynucléaires éosinophiles et basophiles, inhibition du chimiotactisme et de la dégranulation des polynucléaires neutrophiles et éosinophiles, inhibition des divisions et de la différenciation des lymphocytes.

Les cytokines, notamment TNF et interleukines, produits par différents types de leucocytes comme les lymphocytes T et les polynucléaires éosinophiles, jouent un rôle important dans le déclenchement des manifestations inflammatoires en particulier en réponse à une stimulation par un allergène au niveau des voies respiratoires.

D'autre part, l'AMPc diminue le tonus des fibres musculaires lisses des voies aériennes ; les inhibiteurs de PDE4 déterminent une bronchorelaxation.

On peut donc s'attendre à ce que des inhibiteurs sélectifs de PDE4 possèdent une activité thérapeutique comme médicaments anti-inflammatoires, anti-allergiques, bronchodilatateurs, et dans le traitement de l'asthme, où l'on observe une infiltration des voies aériennes par

des cellules inflammatoires et une bronchoconstriction.

La théophylline est très largement utilisée depuis longtemps dans le traitement de l'asthme, et bien que son mécanisme d'action soit complexe, l'inhibition de PDE contribue à son action, mais aussi à certains effets indésirables comme les nausées et les céphalées.

- 5 Depuis quelques années une recherche extensive a été menée pour l'obtention et la mise au point d'inhibiteurs puissants de PDE4. Elle s'avère difficile du fait que beaucoup des inhibiteurs potentiels de PDE4 ne sont pas dénués d'activité sur les phosphodiesterases des autres familles.

- A ce jour, le manque de sélectivité des inhibiteurs de PDE4 représente donc un problème
10 important, étant donné l'étendue des fonctions régulées par l'AMPc, ledit problème devant être considéré encore mal ou non résolu. Il existe donc un besoin pour des inhibiteurs puissants et sélectifs de PDE4, c'est-à-dire n'ayant pas d'action vis-à-vis des PDE appartenant à d'autres familles.

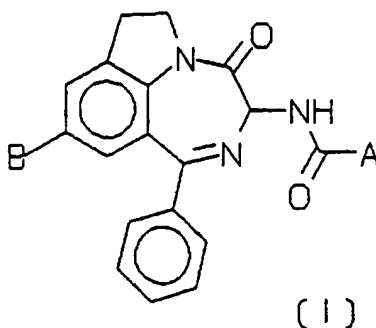
- Ainsi le rolipram (DCI), dérivé de pyrrolidone synthétisé dès 1975, est considéré comme
15 représentatif des inhibiteurs spécifiques de PDE4. De nombreux composés apparentés au rolipram ont été synthétisés en vue de leur utilisation comme inhibiteurs de PDE4. In vitro, le rolipram inhibe l'activité des cellules inflammatoires chez les rongeurs : inhibition de la synthèse des médiateurs par les mastocytes, les polynucléaires éosinophiles et basophiles, et les monocytes ; inhibition du chimiotactisme et de la dégranulation des polynucléaires.
20 Le rolipram a été proposé comme antidépresseur ; cependant son utilisation s'accompagne d'effets indésirables à type de nausées et de vomissements.

Sommaire de l'invention

- Or, surmontant les difficultés rapportées dans l'état de la technique, on a maintenant trouvé
25 de nouveaux dérivés de [1,4]diazépino[6,7,1-*hi*]indoles, qui sont de puissants inhibiteurs de PDE4 à des concentrations auxquelles ils ont peu ou pas d'action sur les autres familles de PDE.

L'invention concerne les diazépino-indoles de formule (I)

5



10 dans laquelle :

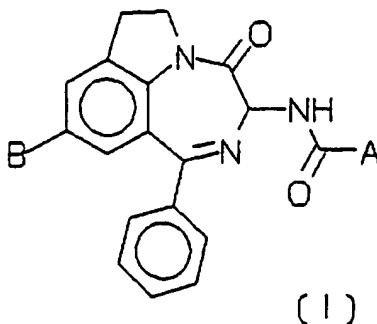
- A est aryle, hétéroaryle azoté, chacun éventuellement substitué par un à trois groupes indépendamment choisis parmi halogène, alkyle inférieur, haloalkyle inférieur, alkoxy inférieur, cycloalkyloxy, amino, alkyloxycarbonylamino ou alkylcarbonylamino inférieur ;
- B est un radical hydroxy ou amino, lui-même éventuellement substitué,

15 leur procédé de préparation et leur application à l'obtention de médicaments destinés à traiter les affections relevant d'une thérapie par l'inhibition de PDE4.

Description détaillée de l'invention

L'invention vise les diazépino-indoles de formule (I)

20



25

dans laquelle :

- A est aryle, hétéroaryle azoté, chacun éventuellement substitué par un à trois groupes
- 30 indépendamment choisis parmi halogène, alkyle inférieur, haloalkyle inférieur, alkoxy inférieur, cycloalkyloxy, amino, alkyloxycarbonylamino ou alkylcarbonylamino inférieur ;
- B est :

- 6 -

- 1°) $-OR_1$, R_1 étant $-H$ ou R_4 ,
- 2°) $-NR_2R_3$, R_2 étant $-C(NH)NH_2$, et R_3 étant $-H$,
- 3°) $-NR_2R_3$, R_2 étant R_4 , et R_3 étant $-H$,
- 4°) $-NR_2R_3$, R_2 et R_3 étant indépendamment $-H$ ou alkyle inférieur , ou
- 5 5°) $-N\text{---}R_2\text{---}R_3$, R_2 et R_3 formant, ensemble avec l'atome azote auquel ils sont reliés, un hétérocycle saturé de cinq à sept chaînons pouvant comprendre, comme second hétéroatome non relié directement à l'atome d'azote, un oxygène, un soufre, ou un azote;
- R_4 est :
- 1°) $-CH_2\text{---}CO_2H$,
- 10 2°) $-CO\text{---}(CH_2)_p\text{---}CO_2H$,
- 3°) $-CO\text{---}A$, où A est à la définition indiquée ci-dessus,
- 4°) $-CO\text{---}CH = CH\text{---}CO_2H$,
- 5°) $-CO\text{---}(CH_2)_n\text{---}CH_3$, n étant un entier égal ou supérieur à 0 et inférieur ou égal à 18,
- 6°) $-CO\text{---}(CH_2\text{---}O\text{---}CH_2)_p\text{---}CH_2\text{---}O\text{---}CH_3$,
- 15 7°) $-CO\text{---}(CH_2\text{---}O\text{---}CH_2)_p\text{---}CO_2H$,
- 8°) $-(CH_2)_p\text{---}NR_5R_6$, R_5 et R_6 étant indépendamment $-H$ ou alkyle inférieur , ou
- 9°) $-(CH_2)_p\text{---}N\text{---}R_5\text{---}R_6$, R_5 et R_6 formant, ensemble avec l'atome d'azote auquel ils sont reliés, un hétérocycle saturé de cinq à sept chaînons pouvant comprendre, comme second hétéroatome non relié directement à l'atome d'azote, un oxygène, un soufre, ou un azote ;
- 20 - p est un entier égal à 2, 3, ou 4 ;
- leurs formes racémiques et leurs isomères notamment ceux de configuration déterminée par le carbone 3 du noyau diazépino-indol-4-one,
- ainsi que leurs sels pharmaceutiquement acceptables.
- Dans ce qui précède ainsi que dans ce qui suit :
- 25 - par aryle on entend phényle ou naphtyle ;
- par hétéroaryle azoté on entend un monocycle ou un polycycle non saturé contenant au moins un atome d'azote et, de préférence, des hétéromonocycles ayant de cinq à sept sommets et contenant de 1 à 4 atomes d'azote, ou bien des hétérocycles condensés non saturés contenant de 1 à 4 atomes d'azote, éventuellement méthylés ou éthylés sur un atome
- 30 - d'azote chargé positivement ;
- par halogène on entend le fluor, le chlore, le brome ou l'iode ;
- par inférieur, en ce qui concerne les radicaux comprenant une séquence alkyle, on entend

qu' alkyle soit linéaire ou ramifié et comporte de un à quatre atomes de carbone, ou encore représente le radical cyclopropylméthyle ;

- par cycloalkyle on entend les groupes cyclopropyles, cyclobutyles, cyclopentyles et cyclohexyles ;

5 - par haloalkyle on entend un mono-, di-, ou trihaloalkyle.

On trouvera une revue générale des sels acceptables en pharmacie dans J. Pharm. Sci., 1977, 66, 1-19. Toutefois, par sel pharmacologiquement acceptable d'un composé de formule (I) présentant une portion basique on entend les sels d'addition des composés de formule (I) que l'on forme à partir d'acides minéraux ou organiques non toxiques comme
10 par exemple les sels d'acides bromhydrique, chlorhydrique, sulfurique, phosphorique, nitrique, acétique, succinique, tartrique, citrique, maléique, hydroxymaléique, benzoïque, fumarique, toluène-sulfonique, isethionique et autres. Les divers sels d'ammonium quaternaires des dérivés (I) sont également inclus dans cette catégorie des composés de l'invention. Et par sel pharmacologiquement acceptable d'un composé de formule (I)
15 présentant une portion acide on entend les sels usuels des composés de formule (I) que l'on forme à partir de bases minérales ou organiques non toxiques comme par exemple les hydroxydes des métaux alcalins et alcalino-terreux (sodium, potassium, magnésium et calcium), les amines (dibenzyléthylènediamine, triméthylamine, pipéridine, pyrrolidine, benzylamine et autres) ou encore les hydroxydes d'ammoniums quaternaires comme
20 l'hydroxyde de tétraméthylammonium.

On préfère de manière générale les diazépino-indoles de formule (I) dans laquelle l'atome de carbone asymétrique en position alpha par rapport au carbonyle "3-one" du cycle diazépine possède la configuration absolue (R) selon la règle de Cahn-Ingold-Prelog.

Un groupe de composés (I) dans lesquels B est OR_1 ou NR_2R_3 avec R_1 , R_2 , R_3 représentant
25 l'hydrogène est préféré.

Un autre ensemble de produits (I) constitué par ceux dans lesquels A est aryle substitué par 1 à 3 groupes indépendamment choisis parmi halogène, amino, alkoxy ou alkyloxy-carbonylamino inférieur est avantageusement préféré de même que l'ensemble de produits (I) dans lesquels A est hétéroaryle monocyclique comprenant de 1 à 2 atomes
30 d'azote ou bicyclique comprenant de 1 à 4 atomes d'azote.

Plus, particulièrement on préfère les composés (I) suivants :

- le (3R)Isoquinoline-3-acide carboxylique (9-hydroxy-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-

- [1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-amide
- le (3R)4-t-butyloxycarbonylamino-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-benzamide
 - le (3R)4-amino-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-3,5-dichloro-benzamide
- 5
- le (3R)4-amino-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-5-chloro-2-méthoxy-benzamide
 - le (3R)N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-isonicotinamide
- 10
- le (3R)3-t-butyloxycarbonylamino-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi] indol-3-yl)-isonicotinamide et son sel d'addition avec l'acide sulfurique
 - le (3R)isoquinoline-3-acide carboxylique (9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-amide
- 15
- le (3R)quinoline-3-acide carboxylique (9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-amide
 - le (3R)4,7-diméthyl-pyrazolo[5,1-c][1,2,4]triazine-3-acide carboxylique (9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-amide
 - le (3R)4-amino-3,5-dichloro-N-(9-diméthylamino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-benzamide.
- 20
- le (3R)N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-2-benzofuranecarboxamide,
 - le (3R)4,7-diméthyl-pyrazolo[5,1-c][1,2,4]triazine-3-carboxylique acide [4-oxo-1-phényl-9-(pyrrolidin-1-yl)-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl]-amide,

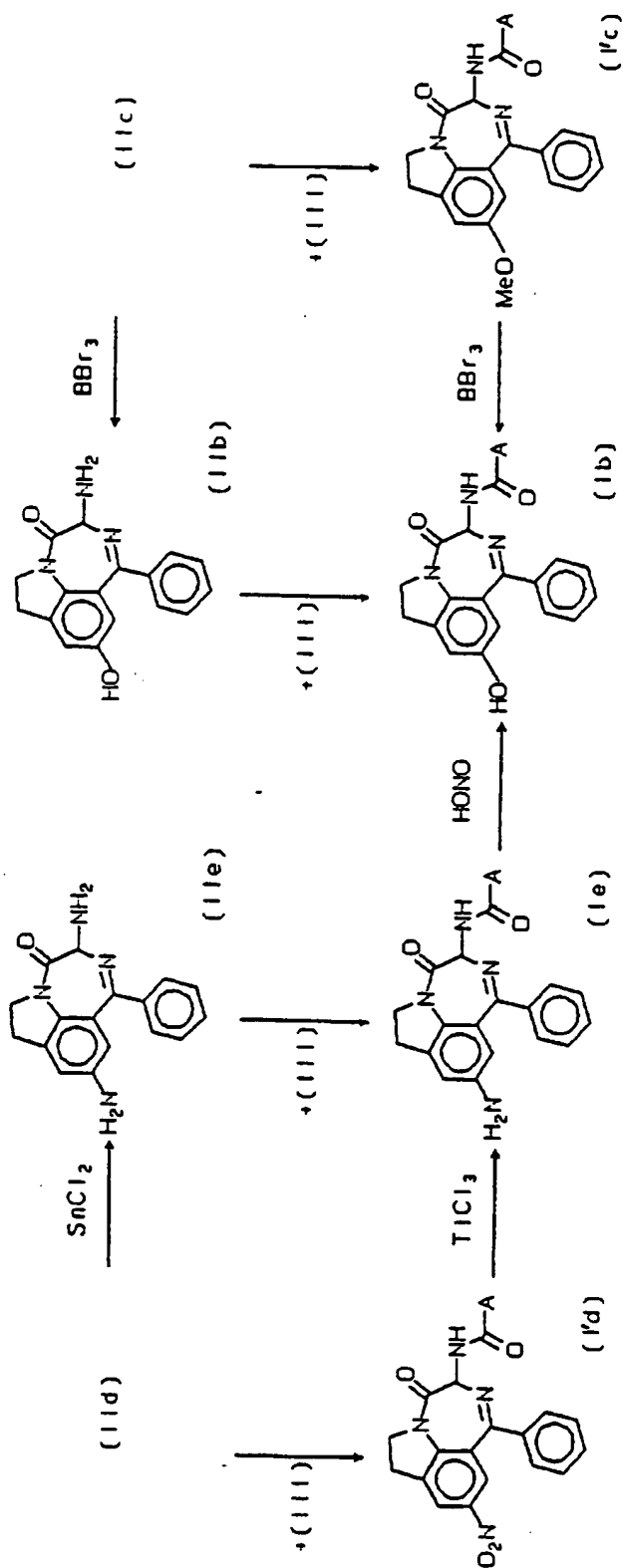


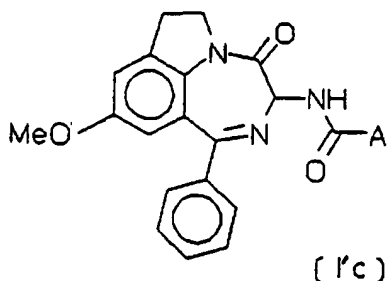
Schéma 1

Un autre aspect de l'invention vise un procédé de préparation des diazépino-indoles (I) qui consiste, tel que montré au schéma 1 :

a) pour obtenir les composés (I_b), de formule (I) dans laquelle B est un groupe -OH :

- à acyler un amino-diazépino-indole intermédiaire (II_b), de formule (II) dans laquelle B est un groupe -OH, par un réactif (III), de formule Z-CO-A dans laquelle A est tel que défini pour (I) et Z représente un halogène, un groupe hydroxy, un groupe azido, un groupe imidazol-1-yle ou un groupe -O-CO- Z_1 , Z_1 pouvant être, outre A, un radical alkyle ou alkoxy encombré comportant de 3 à 6 atomes de carbone, ou bien encore Z peut être un groupe O- Z_2 , Z_2 étant un groupe aromatique comportant un ou deux cycles substitués par un ou plusieurs radicaux nitro ou halogènes, ou

- à déméthylmer un composé intermédiaire (I'_c) de formule

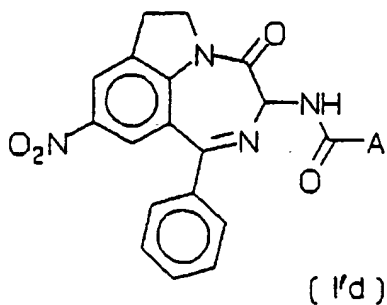


par un halogénure de bore ou d'aluminium, ou

- à diazoter dans un premier temps un composé (I_e), de formule (I) dans lequel B est un groupe -NH₂, puis à hydrolyser dans un second temps le sel de diazonium intermédiaire, et qui consiste

b) pour obtenir les composés (I_e), de formule (I) dans laquelle B est un groupe -NH₂ :

- à acyler un composé (II_e) de formule (II) dans laquelle B est un groupe -NH₂ par le réactif (III) défini précédemment en a) , ou
- à réduire le radical nitro d'un composé intermédiaire (I'_d) de formule



par l'action d'un métal tel que Zn ou Sn en milieu acide, ou celle d'un chlorure ou sulfure métallique tels que TiCl_3 ou Na_2S ,

et, comme montré au schéma 2 qui suit, qui consiste :

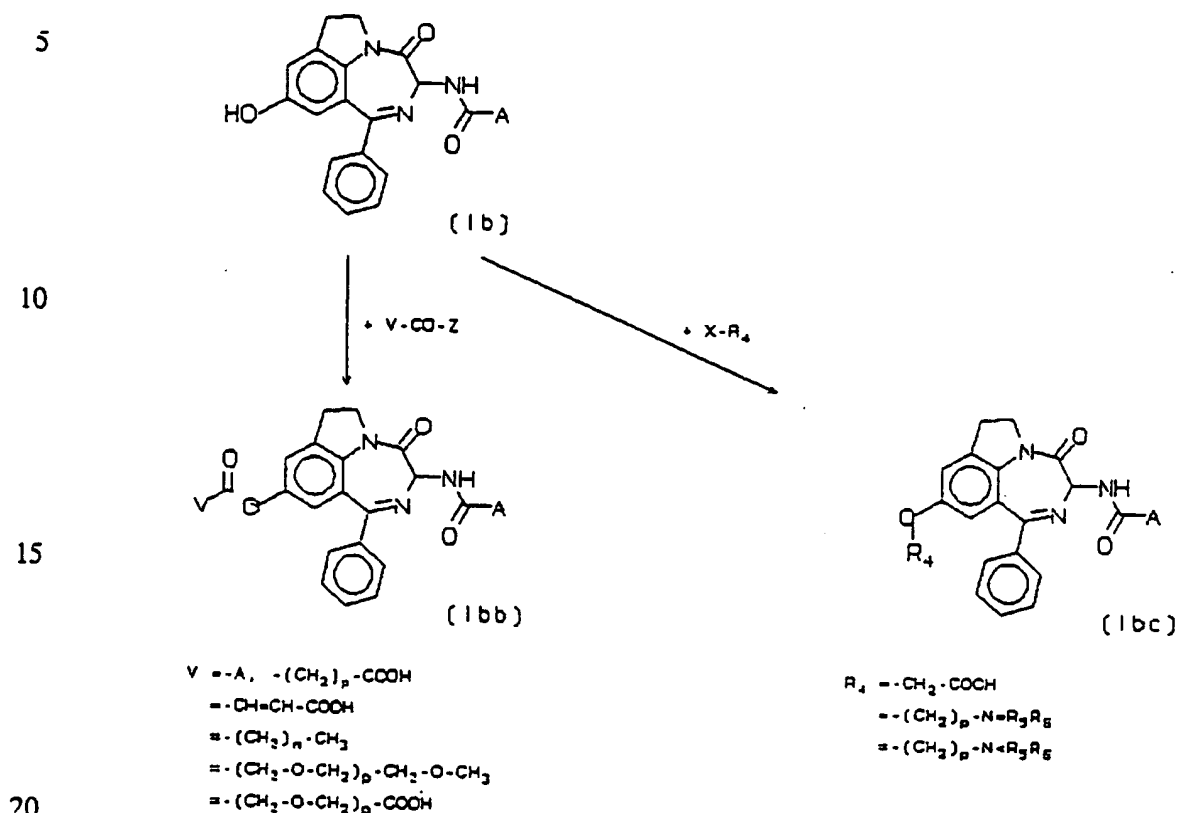


Schéma 2

c) pour obtenir les composés (I_{bb}), de formule (I) dans laquelle B est un groupe -O-CO-V; V étant un groupe choisi parmi :

- 25 i) - A, tel que défini précédemment en a),
 ii) - $(\text{CH}_2)_p\text{-CO}_2\text{H}$, où p est un entier égal à 2, 3 ou 4,
 iii) - $\text{CH}=\text{CH-CO}_2\text{H}$,
 iv) - $(\text{CH}_2)_n\text{-CH}_3$, où n est un entier égal ou supérieur à 0 et inférieur ou égal à 18,
 v) - $(\text{CH}_2\text{-O-CH}_2)_p\text{-CH}_2\text{-O-CH}_3$, où p est un entier égal à 2, 3 ou 4, ou
 30 vi) - $(\text{CH}_2\text{-O-CH}_2)_p\text{-CO}_2\text{H}$, où p est un entier égal à 2, 3 ou 4,
 à estérifier un composé (I_b), défini en a), par un réactif (III') de formule V-CO-Z dans laquelle Z a la signification précédemment définie en a), et qui consiste

d) pour obtenir les composés (I_{bc}), de formule (I) dans laquelle B est un groupe $-O-R_4$, R_4 étant choisi parmi :

- i) $-CH_2-CO_2H$,
- ii) $-(CH_2)_p-NR_5R_6$, où R_5 et R_6 sont indépendamment $-H$ ou alkyle inférieur, ou
- 5 iii) $-(CH_2)_p-N-R_5-R_6$, où R_5 et R_6 forment ensemble avec l'atome d'azote auquel ils sont reliés un hétérocycle,

à faire réagir un composé (I_b), défini en a), avec une base forte telle qu'un hydrure de métal alcalin pour former un phénate, lequel est mis à réagir avec un halogénure XR_4 ; et, comme montré au schéma 3 qui suit, ce procédé de préparation consiste également :

- 10 e) pour obtenir les composés (I_{ea}), de formule (I) dans laquelle B est un groupe $-NH-C(NH)-NH_2$, à faire réagir un composé (I_e), défini en b), avec un agent de guanlylation tel que le cyanamide, et

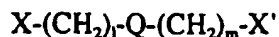
- f) pour obtenir les composés (I_{eb}), de formule (I) dans laquelle B est un groupe $-NH-CO-V$, V ayant la signification définie en c), à amidifier un composé (I_e), défini en b), par un
- 15 réactif (III') : $V-CO-Z$ défini en c), et

- g) pour obtenir les composés (I_{ec}), de formule (I) dans laquelle B est un groupe $-NH-R_2$, R_2 étant alkyle inférieur ou un groupe R_4 tel que défini en d), à faire réagir un composé (I_e), défini en b), en présence d'une base forte avec un halogénure d'alkyle XR_2 , et

- h) pour obtenir les composés (I_{ed}), de formule (I) dans laquelle B est un groupe $-NR_2R_3$, R_2 R_3 étant alkyles inférieurs, à pratiquer l'alkylation réductive d'un composé (I_{ec}), défini en g), par un aldéhyde R'_3CHO dans lequel R'_3 est l'homologue immédiatement inférieur de R_3 , et enfin
- 20

- i) pour obtenir les composés (I_{ee}), de formule (I) dans laquelle B est un groupe $-N-R_2-R_3$, R_2 et R_3 formant un hétérocycle,

- 25 à effectuer une cyclisation par réaction d'un composé (I_e), défini en b), avec un réactif de formule



dans laquelle X et X', semblables ou différents, sont halogènes, Q est :

- une liaison simple de valence, et l et m sont des entiers allant de 1 à 3 avec l + m
- 30 supérieur ou égal à 4 et inférieur ou égal à 6,
- un oxygène, un soufre ou un groupe $-NH-$, auquel cas l et m sont des entiers allant de 1 à 3 avec l + m supérieur ou égal à 3 et inférieur ou égal à 5, ou,

de façon alternative, à alkyler une amino diazépino-indole intermédiaire (II_f) de formule (II) dans laquelle B est un groupe -N-R₂-R₃, R₂ et R₃ formant avec l'atome d'azote un hétérocycle, par un réactif (III) de formule Z-CO-A tel que précédemment défini.

Plus précisément la préparation de diazépino-indoles de formule (I) fait notamment appel
5 à des réactions d'acylation, en particulier pour obtenir directement les composés (I_b) et (I_e) à partir des amines intermédiaires (II_b) et (II_e) (schéma 1) et d'obtenir les composés (I_{ee}) à partir des intermédiaires (II_f) tel que montré au schéma 4bis. Pour réaliser cette étape, trois procédés, nommés A, B, et C, sont préférés. Ils se distinguent en particulier par la nature de l'agent acylant (III), de formule Z-CO-A, engagé. Ainsi Z
10 représente selon les cas :

- un halogène X lorsque, dans le procédé "A", on engage un agent d'acylation (III_A) de formule X-CO-A ;
- un groupe pentafluorophényloxy lorsque, dans le procédé "B", on engage un agent d'acylation (III_B) de formule C₆F₅-O-CO-A ;
- 15 - un radical hydroxy lorsque, dans le procédé "C", on engage un agent d'acylation (III_C) de formule A-COOH.

La réaction d'acylation, selon ces trois procédés, est conduite dans un solvant organique anhydre comme par exemple un hydrocarbure chloré comme du dichlorométhane ou du chloroforme, un éther-oxyde linéaire ou cyclique comme du diméthoxy-1, 2-éthane, du
20 tétrahydrofurane ou du dioxane, un solvant polaire aprotique tel que la pyridine, du diméthylsulfoxyde ou du diméthylformamide ou tout autre solvant convenable, ou encore un mélange de plusieurs de ces solvants.

Avantageusement, on déplace favorablement la réaction par ajout d'une base et/ou d'un agent de condensation comme une carbodiimide N,N' disubstituée, le N,N'-
25 carbonyldiimidazole, ou comme de préférence le tétrafluoroborate de O-[(éthoxycarbonyl)cyanométhylamino]-N,N,N',N'-tétraméthyluronium ou encore l'hexafluorophosphate de bromo-tris-pyrrolidino-phosphonium.

Les conditions opératoires des procédés A, B et C sont détaillées au début de la partie chimique expérimentale.

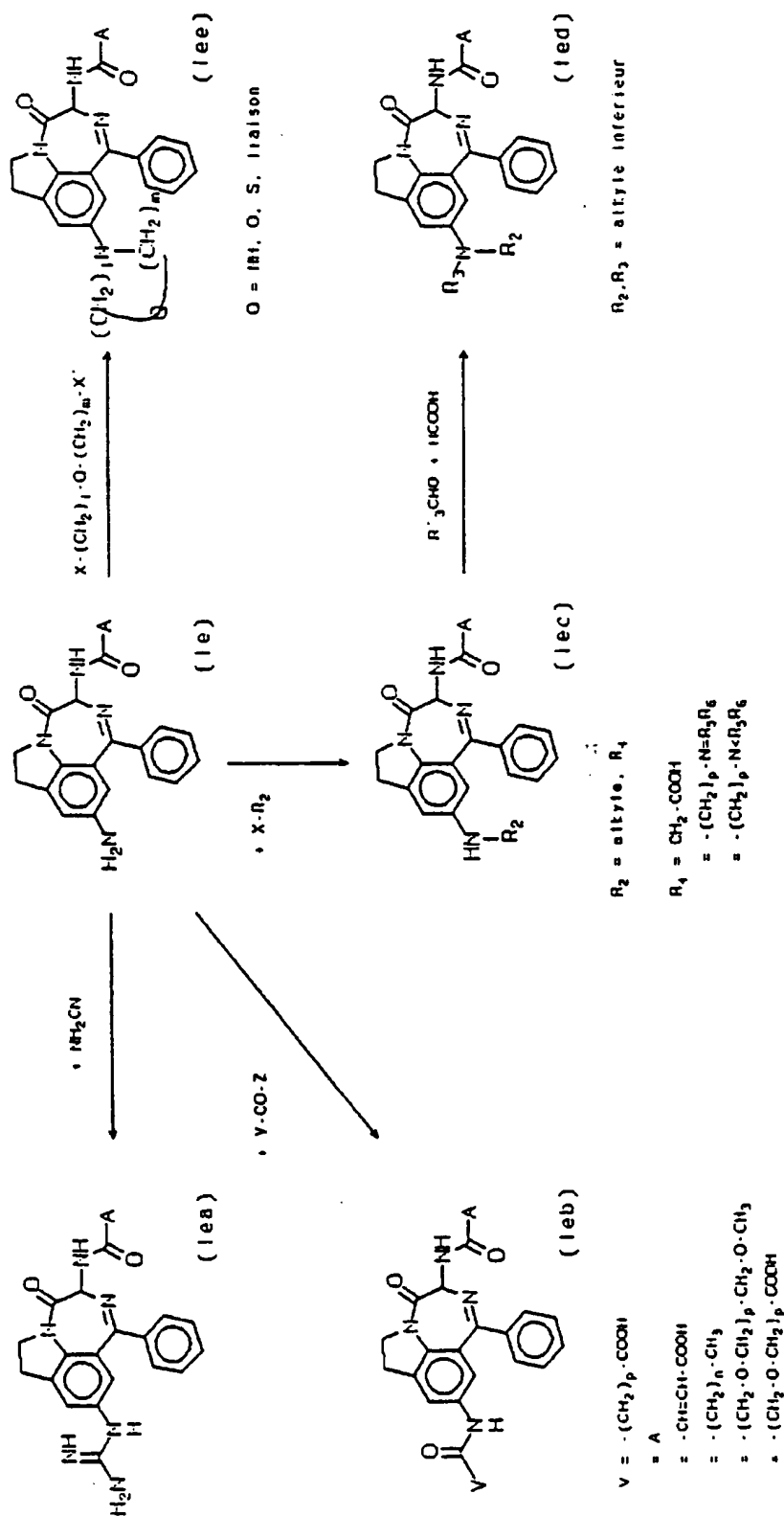


Schéma 3

Le schéma 1 présente deux voies alternatives d'accès aux composés (I_b) :

- l'une consiste à O-déméthyliser par un halogénure de bore ou d'aluminium un composé intermédiaire (I'_c), dont la fonction phénol était protégée par un groupe méthyle ; l'acide de Lewis préféré pour cette réaction est le tribromure de bore, auquel cas on opère à une température initiale comprise entre - 70 et - 20 °C ;
 - l'autre consiste à diazoter un composé (I_e) avec l'acide nitreux en présence d'acide minéral puis, dans un second temps, à hydrolyser par chauffage le sel de diazonium obtenu, de préférence en présence d'un sel de cuivre.
- 10 Le schéma 1 indique que le composé (I_e) peut également être obtenu par réduction du groupe nitro d'un composé intermédiaire (I'_d), notamment par $TiCl_3$ ou Na_2S .

Le schéma 2 montre le procédé d'estérification conduisant aux diazépino-indoles de formule (I_{bb}), qui consiste à faire réagir un produit de formule (I_b) avec un dérivé d'acide carboxylique de formule V-(CO)-Z, dans laquelle Z a la signification indiquée ci-dessus et V a la signification indiquée au schéma 2.

Un procédé d'éthérisation, représenté au schéma 2 et conduisant aux diazépino-indoles de formule (I_{bc}), consiste à faire réagir un produit de formule (I_b) avec une base forte telle que l'hydruide de sodium pour former un phénate, lequel est mis à réagir avec un halogénure d'alkyle XR_4 , dans lequel R_4 est un radical alkyle substitué par une fonction acide carboxylique, notamment le radical $-CH_2-CO_2H$ sous une forme protégée, ou bien R_4 est un radical alkyle substitué par une fonction amine terminale, notamment le radical $-(CH_2)_p-NR_5R_6$, R_5 et R_6 étant indépendamment -H ou alkyle inférieur, ou R_5 et R_6 formant, ensemble avec l'atome d'azote auquel ils sont reliés, un hétérocycle saturé de cinq à sept chaînons pouvant comprendre, comme hétéroatome non relié directement à l'atome d'azote, un oxygène, un soufre ou un azote ; et p étant un entier égal à 2, 3, ou 4. Lorsque R_4 est porteur d'une fonction acide carboxylique, celle-ci est protégée : on utilise par exemple l' α -bromo-acétate de tertibutyle; après réaction avec le phénate, le produit obtenu est déprotégé par l'acide trifluoroacétique pour donner le produit (I_{bc}) où

25 $R_4 = -CH_2-CO_2H$.

Le schéma 3 présente :

- un procédé de préparation de diazépino-indoles de formule (I_{ea}) qui consiste à

faire réagir un diazépino-indole de formule (I_e) avec le cyanamide dans l'acétonitrile ; alternativement, on peut utiliser comme agent de guanylation le *N*-amidino-pyrazole, ou son dérivé 3,5-diméthyle;

- un procédé de préparation de diazépino-indoles de formule (I_{eb}) qui consiste à
5 faire réagir un diazépino-indole (I_e) avec un dérivé d'acide carboxylique de formule V-(CO)-Z dans laquelle Z a la signification indiquée ci-dessus et V de signification indiquée au schéma 3, selon un des procédés A, B, C décrits ci-dessus et, de préférence, le procédé C;

- un procédé de préparation de diazépino-indoles de formule (I_{ec}) qui consiste à
10 faire réagir un produit de formule (I_e) en présence d'une base forte telle que l'hydruure de sodium pour former un amidure, lequel est mis à réagir avec un halogénure d'alkyle XR_2 , dans lequel R_2 a la signification indiquée au schéma 3. Lorsque $R_2 = R_4 = -(CH_2)_p-NR_5R_6$, on utilise XR_4 sous forme de chlorhydrate;

- un procédé de préparation de diazépino-indoles de formule (I_{ed}) qui consiste à
15 pratiquer l'alkylation réductive d'un diazépino-indole (I_{ec}), lequel est mis à réagir avec un aldéhyde R'_3CHO dans lequel R'_3 est l'homologue immédiatement inférieur de R_3 , en présence d'acide formique ou acétique et d'un hydruure, de préférence $NaBH_4$ ou $NaBH_3CN$; quand on engage (I_e) dans cette réaction, on obtient directement un produit (I_{ed}) dans lequel $B = -NR_2R_3$, avec $R_2 = R_3$;

20 - un procédé de préparation de diazépino-indoles de formule (I_{ee}) qui consiste à effectuer une cyclisation par réaction d'un composé (I_e) sur un réactif de formule $X-(CH_2)_l-Q-(CH_2)_m-X'$ dans laquelle X et X', semblables ou différents, sont halogènes et de préférence le brome, Q est une liaison simple de valence et l et m sont des entiers de 1 à 3 et dont la somme va de 4 à 6; ou bien Q est -O-, -S-, ou -NH- auquel cas la somme l
25 + m va de 3 à 5.

Intermédiaires de formule (I'_c) et (I'_d)

Les procédés A, B, ou de préférence C, déjà décrits, permettent, comme indiqué au schéma 1, à partir des intermédiaires (II_c) ou (II_d), de formule (II) où B représente respectivement un groupe $-OCH_3$ ou $-NO_2$, d'obtenir les intermédiaires (I'_c) ou (I'_d).

30 Le procédé général de préparation des amines intermédiaires (II) est illustré sur le schéma 4 qui suit et détaillé ci-après.

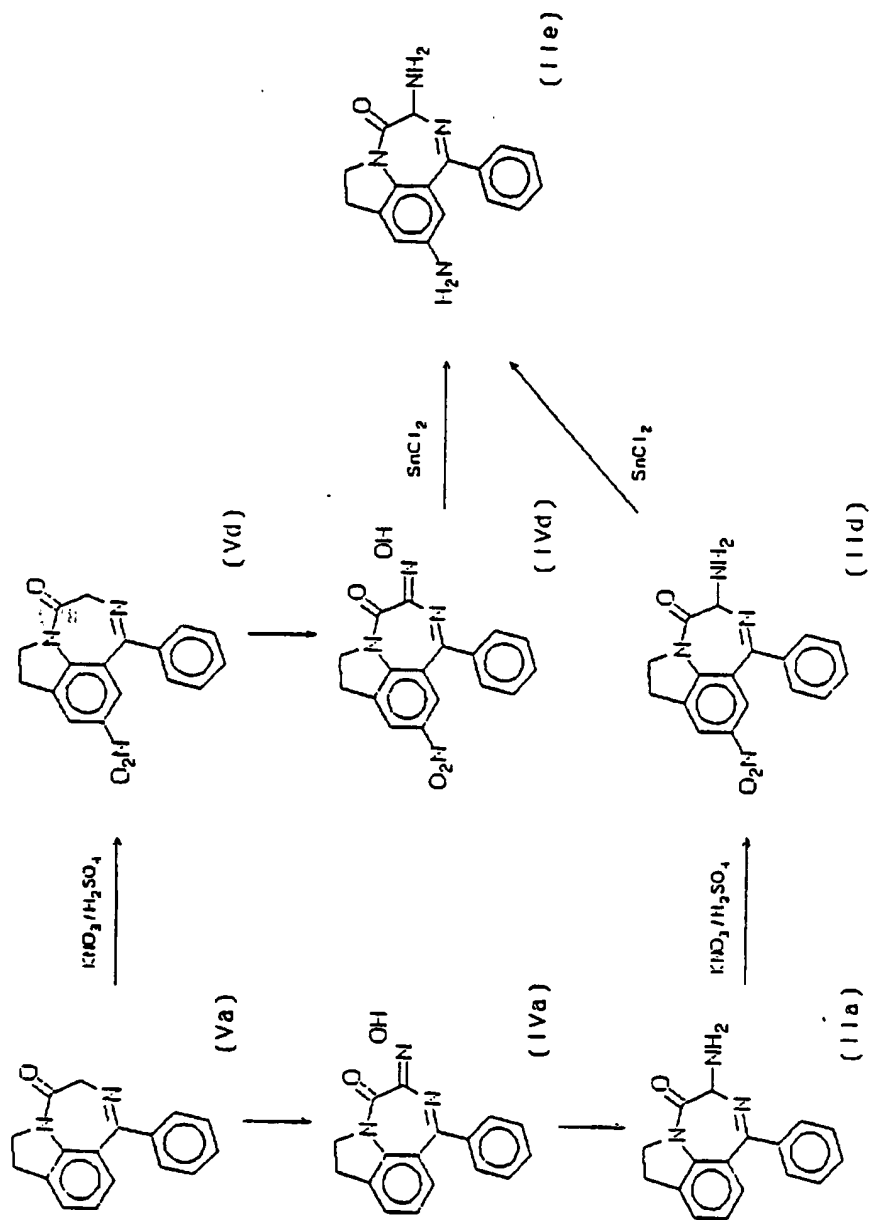


Schéma 4

Intermédiaires de formule (II_e) et (II_d)

On peut préparer l'amine (II_e) en nitrant la position 9 d'un diazépino-indole (II_a) par le nitrate de potassium en milieu sulfurique. On obtient préférentiellement (II_d) dont la fonction -NO₂ peut être réduite en -NH₂ par de nombreux réducteurs, dont SnCl₂.

- 5 Une variante pour la préparation de l'intermédiaire (II_e) consiste à nitrer un diazépino-indole de formule (V_a). On fait ensuite réagir sur le composé (V_d) obtenu un réactif d'oximation pour obtenir l'oxime (IV_d). La réduction de (IV_d) par de l'hydrogène en présence d'un catalyseur de réduction ou par réaction avec du zinc en présence d'un acide permet de réduire les fonctions oxime et nitro pour donner (II_e).

10 Intermédiaire de formule (II_f)

Les intermédiaires sont préparés tel que montré au schéma 4bis qui suit en effectuant successivement :

- i) - la protection de la fonction amine d'un intermédiaire nitré (II_d) pour obtenir un intermédiaire (II_{dp}) comprenant par exemple un groupe t.butyloxycarbonyl (t.Boc), puis
 15 ii) - à réduire le groupe nitro de cet intermédiaire par une hydrogénation qui par exemple peut être catalysée par le ruthénium pour obtenir un intermédiaire amine (II_{ep}), puis
 iii) - à alkyler la fonction amine obtenue par un réactif de formule X-(CH₂)_l-Q-(CH₂)_m-X' précédemment défini pour obtenir par cyclisation une amine hétérocyclique (II_{fp}), puis
 iv) - à éliminer la protection introduite au stade i) de cette préparation en faisant réagir
 20 pour l'exemple d'une protection t.Boc de l'acide trifluoroacétique en milieu anhydre pour obtenir l'intermédiaire (II_f).

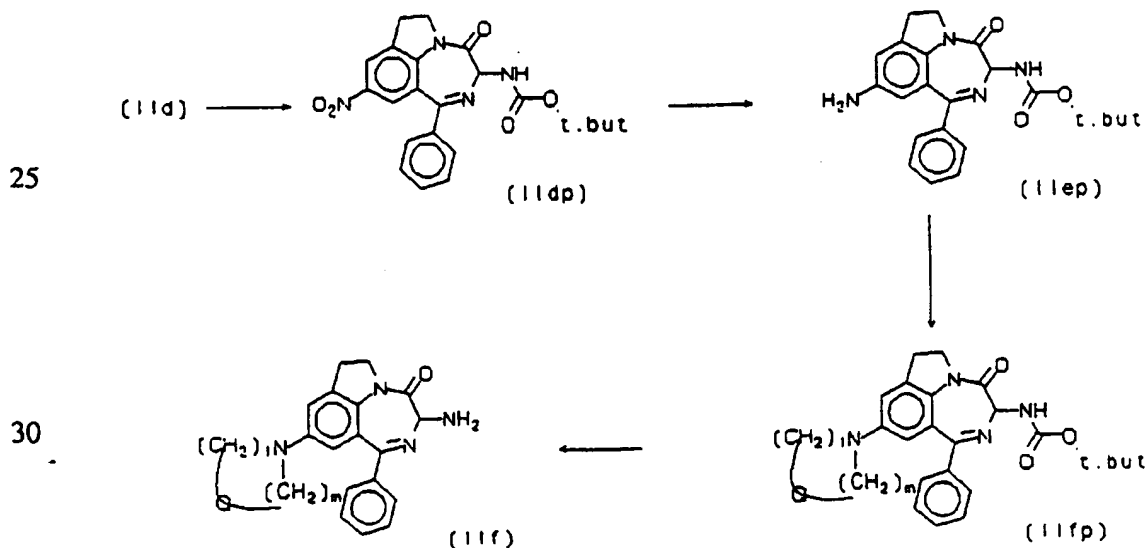


Schéma 4 bis

Intermédiaire de formule (II_a)

- Le procédé général de préparation des amines intermédiaires (II_a) sous leurs formes racémique et/ou d'énantiomère est documenté dans l'art antérieur. Par exemple, on peut préparer une amine de formule (II_a) en aminant en position alpha du carbonyle un diazépino-indole de formule (V_a) par un dérivé d'hydroxylamine ou par la chloramine ; ou encore, en deux étapes, en faisant réagir un composé de formule (V_a) sur un réactif d'oximation pour obtenir l'oxime de formule (IV_a), la seconde étape consistant à réduire l'oxime catalytiquement par de l'hydrogène en présence d'un catalyseur de réduction ou par réaction avec du zinc en présence d'acide acétique ou avec du chlorure stanneux en présence d'acide chlorhydrique, pour obtenir le dérivé aminé (II_a).

Intermédiaires de formule (II_b) et (II_c) - Schéma 5

- A partir d'un diazépino-indole de formule (V_c), on prépare en deux étapes, avec un intermédiaire oxime (IV_c) et selon un procédé essentiellement identique à celui utilisé pour préparer (II_a), le composé (II_c). Par action du tribromure de bore, on déméthyle (II_c) en l'intermédiaire (II_b).

Le schéma 6 qui suit illustre le procédé de synthèse de (V_c) :

L'indole (IX) est réduit en l'indoline (VIII) correspondante, laquelle est condensée avec le benzonitrile (VII) en présence d'acide de Lewis pour donner, après hydrolyse, la benzophénone (VI).

- La préparation, à partir de (VI) en présence de glycinate d'éthyle dans la pyridine, du produit de formule (V_c) est adaptée de la méthode décrite (méthode N) par Hester J.B. et al., 1970, J. Med. Chem. 13 : 827-835.

- 20 -

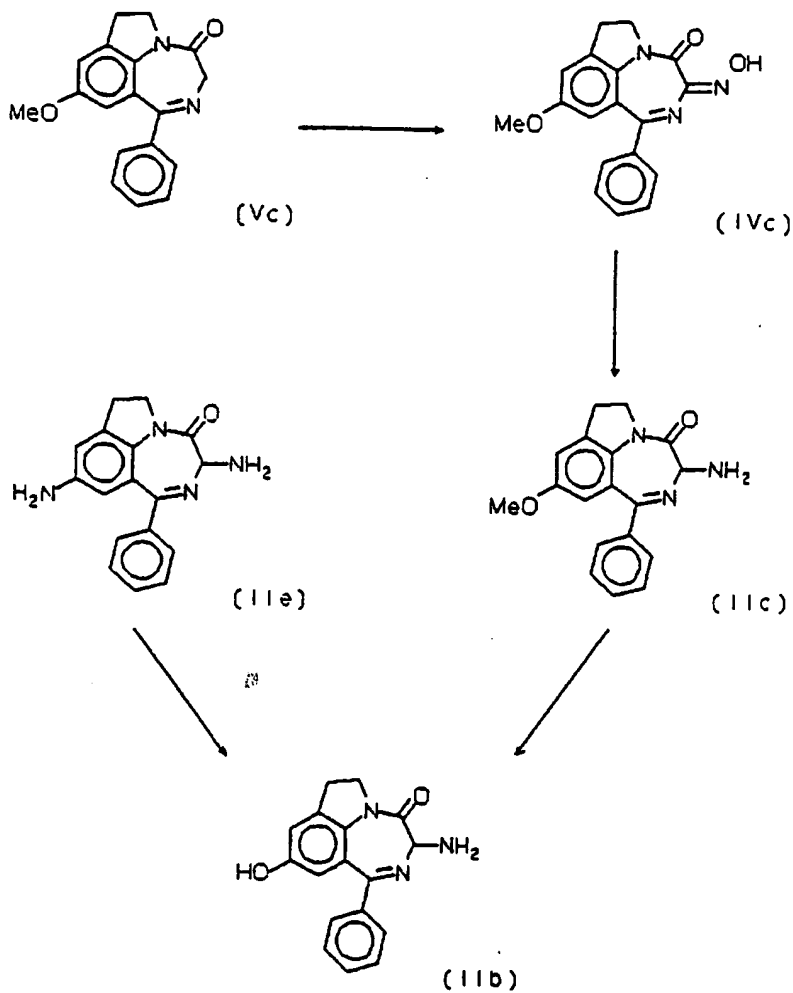


Schéma 5

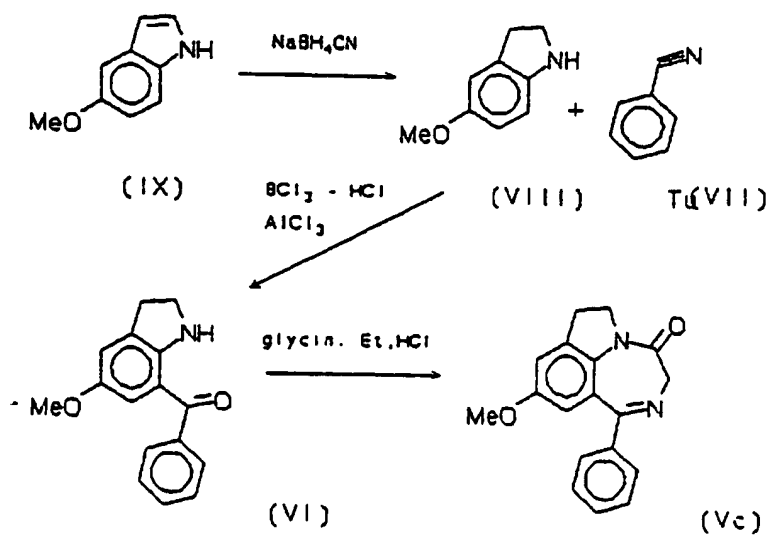


Schéma 6

Entre autres possibilités, pour préparer un composé de formule (II) optiquement actif, on peut :

- condenser un composé (II) racémique avec un dérivé d'acide alpha aminé appartenant à la série D ou à la série L et dans lequel la fonction amine est protégée par un groupement facilement labile, de préférence le groupement tertibutyloxycarbonyl.

Le composé obtenu est déprotégé par hydrolyse, de préférence en milieu acide en présence d'acide trifluoro-acétique, et le produit obtenu est séparé en ses diastéréoisomères par chromatographie ; on obtient les deux isomères de l'amine condensée avec l'acide aminé.

Par dégradation d'Edman, on revient ensuite aux deux énantiomères de l'amine (II) ; ou encore,

- dissoudre un composé (II) racémique dans une solution d'acide optiquement actif, comme par exemple un énantiomère des acides mandélique, dibenzoyltartrique, di-*p*-toluyltartrique, camphosulfonique, *p*-nitrobenzoylglutamique, ou tartrique, pour former deux sels diastéréoisomères, puis par différence de solubilité, en cristalliser sélectivement un dans un solvant approprié.

Les produits intermédiaires de formule (IV) et les produits de formule (II) sont des intermédiaires utiles pour la préparation des produits actifs suivant l'invention.

L'invention vise également un médicament pour lutter contre les maladies inflammatoires, allergiques, contre la bronchoconstriction, ou utile dans le traitement de l'asthme, caractérisé en ce qu'il comprend un diazépino-indole suivant l'invention, sous une forme pharmaceutique adaptée à l'affection à traiter.

Partie expérimentale

Partie chimique

Les exemples suivants illustrent, sans pour autant la limiter, la mise en oeuvre des procédés et les produits de l'invention. La pureté, l'identité et les caractéristiques physico chimiques des produits et des intermédiaires essentiels préparés sont déterminées, ainsi :

- la pureté est vérifiée par chromatographies sur couches minces de gel de silice (Merck 60 - F254) et le R_f observé est rapporté pour le solvant d'élution utilisé qui est, le plus fréquemment, identique à celui utilisé pour la purification chromatographique préparative des composés. Ces solvants sont identifiés par les sigles suivants :

S.A : dichlorométhane,

- 22 -

- S.A1 : dichlorométhane - acétone , 97 - 3 (v/v),
S.A2 : dichlorométhane - acétone , 96 - 4 (v/v),
S.A3 : dichlorométhane - acétone , 95 - 5 (v/v),
S.A4 : dichlorométhane - acétone , 90 -10 (v/v),
5 S.A5 : dichlorométhane - acétone , 88 -12 (v/v),
S.A6 : dichlorométhane - acétone , 85 -15 (v/v),
S.A7 : dichlorométhane - acétate d'éthyle , 98 - 2 (v/v),
S.A8 : dichlorométhane - méthanol , 98 - 2 (v/v),
S.A9 : dichlorométhane - méthanol , 97 - 3 (v/v),
10 S.A10 : dichlorométhane - méthanol , 95 - 5 (v/v),
S.B : acétate d'éthyle,
S.B1 : acétate d'éthyle - cyclohexane , 70 - 30 (v/v),
S.B2 : acétate d'éthyle - cyclohexane , 60 - 40 (v/v),
S.B3 : acétate d'éthyle - méthanol , 97 - 3 (v/v),
15 S.B4 : acétate d'éthyle - méthanol , 95 - 5 (v/v),
S.C : méthanol,
- l'identité de formule élémentaire des composés obtenus avec celle des structures visées est vérifiée par l'analyse des principaux éléments. Les résultats ne sont pas reportés mais indiqués conformes avec la structure proposée compte tenu d'éventuels solvats ou hydrates.
20 - l'identité des produits obtenus avec les structures proposées est vérifiée par leur spectre de résonance magnétique nucléaire du proton et par leur spectrographie infra-rouge.
Les spectres R.M.N ^1H sont réalisés à 400 MHz sur un appareil de marque Brüker, les composés étant dissous dans le deutérochloroforme avec le tétraméthylsilane comme référence interne. La nature des signaux, leurs déplacements chimiques en ppm, le nombre
25 de protons qu'ils représentent et leur capacité d'échange avec D_2O sont notés.
Les spectres infra rouge sont enregistrés en pastille de bromure de potassium sur un spectromètre Shimadzu IR-435.
- les caractéristiques physico chimiques relevées sont leur point de fusion, déterminés par la méthode du tube capillaire et dont les valeurs rapportées ne sont pas
30 corrigées, leur pouvoir rotatoire, déterminés à la température ambiante voisine de 20°C sur un appareil Polartronic en cuve de 10 cm de long et dont les résultats permettent dans certains cas d'apprécier la pureté optique par calcul de l'excès énantiomérique (e.e.).

Dans un but de normalisation, la nomenclature chimique des produits exemplifiés est celle déterminée à l'aide du logiciel "Autonom" version 1.0 (Beilstein Institut - Ed. Springer) qui génère les nomenclatures systématiques des composés selon les règles de l'IUPAC.

- 5 Tel que décrit précédemment, la préparation des composés (I) de l'invention met en oeuvre la réaction des amines intermédiaires (II) avec des halogénures (III_A) selon le procédé A, des esters, notamment pentafluorophényliques (III_B) selon le procédé B, ou des acides carboxyliques (III_C) selon le procédé C. Les modes opératoires généraux de ces procédés sont les suivants.
- 10 Procédé A : dans un réacteur protégé de l'humidité on dissout sous agitation 10,0 mmol d'une amine intermédiaire (II) dans 60 ml de dichlorométhane anhydre. A une température voisine de 20°C on ajoute alors 10,0 mmol d'halogénure d'acide (III_A) puis, goutte à goutte, 10,0 mmol de triéthylamine. La réaction est poursuivie sous agitation à la température ambiante comprise entre 15 et 25°C et son avancement est suivi par
- 15 chromatographie sur couches minces. Lorsque la réaction est considérée terminée, on ajoute 120 ml de dichlorométhane au milieu réactionnel, le mélange est extrait successivement par 60 ml de solution HCl 1N, 60 ml de solution saturée de bicarbonate de sodium et finalement 60 ml d'eau. Après séchage le dichlorométhane est évaporé sous pression réduite, le résidu est purifié par chromatographie rapide sur une colonne de silice,
- 20 selon une méthode adaptée de Still *et al.* (1978) *J. Org. Chem.* **43** : 2923, le solvant d'élution étant un mélange de polarité croissante, constitué, par exemple, d'acétone dans le dichlorométhane. Les fractions d'élution déterminées contenir le composé pur sont réunies puis évaporées sous pression réduite. Le produit purifié résiduel est soumis aux déterminations structurales et de pureté précédemment décrites.
- 25 - Procédé B :
- stade 1 : dans 25 ml de dichlorométhane on dissout 10,0 mmol d'un acide intermédiaire (III_C) de formule A-COOH et 3,55 g (19,3 mmol) de pentafluorophénol. On ajoute ensuite 0,81 g (2,6 mmol) de para toluène sulfonate de para-diméthylamino-pyridinium et :
- soit 22,4 mmol de dicyclohexylcarbodiimide dans le procédé "B.a",
- 30 - soit 22,4 mmol de N-(3-diméthylaminopropyl)-N'-éthyl-carbodiimide dans le procédé "B.b".
- Le mélange est agité durant 16 heures à la température du laboratoire voisine de 20°C puis

l'insoluble est filtré. Le solvant est éliminé par distillation, le résidu est purifié par la technique de chromatographie rapide sur une colonne de silice en utilisant le plus couramment comme solvant d'élution un gradient d'acétone dans le dichlorométhane. Les fractions déterminées pures par C.C.M sont réunies, le solvant est évaporé et après
 5 analyse, l'ester intermédiaire (III_B) résiduel, sous forme de mousse amorphe, est utilisé tel quel dans le stade suivant.

stade 2 : 10,0 mmol de l'ester pentafluorophényle (III_B) préparé au stade précédent sont ajoutés à 10,0 mmol d'amine intermédiaire (II) dissous dans de l'acétate d'éthyle anhydre. Après 16 heures d'agitation à la température ambiante voisine de 20°C on filtre l'insoluble,
 10 évapore l'acétate d'éthyle sous vide puis purifie le résidu par la technique de chromatographie rapide sur une colonne de silice en utilisant le plus couramment comme solvant d'élution un gradient de méthanol dans le dichlorométhane. Les fractions déterminées pures par C.C.M sont réunies, le solvant est évaporé et le résidu purifié est identifié et analysé.

15 Procédé C (préféré) : dans un réacteur protégé de l'humidité on dissout sous agitation 10,0 mmol d'une amine intermédiaire (II) dans 50,0 ml de dichlorométhane anhydre. A la température du laboratoire voisine de 20°C on ajoute alors 11,0 mmol d'un acide intermédiaire (III_C) de formule A-COOH puis 10,0 mmol (3,28 g) de "TOTU" (dénomination abrégée pour tétrafluoroborate de O-[(Ethoxycarbonyl)cyanométhylamino]-
 20 N,N,N',N'-tétraméthyluronium - fournisseur Fluka réf. 02580). Le mélange est refroidi à 0°C on ajoute alors 20,0 mmol (2,55 g) de N,N-diisopropyl-éthylamine après quoi le mélange est agité durant 12 heures à la température ambiante puis extrait successivement par 50 ml de solution HCl 1N, 50 ml d'une solution saturée de bicarbonate de sodium et finalement 50 ml d'eau.

25 Le solvant est évaporé sous vide et le résidu purifié par la technique de chromatographie rapide sur une colonne de silice en utilisant le plus couramment comme solvant d'élution un gradient de méthanol dans le dichlorométhane. Les fractions déterminées pures par C.C.M sont réunies, le solvant est évaporé et le résidu purifié est identifié et analysé.

Composés intermédiaires (II)

30 Intermédiaire 1: (3R)-3-Amino-1-phényl-6,7-dihydro-3H-[1,4]diazépinof[6,7,1-h]indol-4-one [(IIa)-R; B = H]

La préparation du composé sous sa forme racémique est décrite à l'exemple 1 stades a) et

b) de EP 0 340 064 A1. De même celle de l'énantiomère (R) est décrite à l'exemple 5 stades a) b) c) g) h) de la même demande. Toutefois, une méthode alternative qui consiste au dédoublement du composé racémique par la formation et la séparation de diastéréoisomères avec la N-acétyl-L-phényl-alanine est préférée, elle est rapportée ci-dessous:

- 74,0 g (267 mmol) de (3R,S)-3-Amino-1-phényl-6,7-dihydro-3H-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-4-one sont dissous dans 210 ml de n-propanol bouillant. Par ailleurs 44,1g (267 mmol) de N-acétyl-L-phényl-alanine sont dissous dans 140 ml de n-propanol bouillant. On mélange les deux solutions, laisse refroidir, amorce par quelques cristaux. Après trois jours de repos les cristaux sont filtrés et séchés. Poids : 50,0 g (e.e. = 77%).

Le produit est recristallisé à deux reprises successives dans l'acétate d'éthyle bouillant. On obtient 39,0 g (e.e. = 97%). Les eaux mères de la première cristallisation sont évaporées, le résidu repris par de l'acétate d'éthyle bouillant. Après cristallisation, filtration et séchage on obtient 35,0 g de cristaux (e.e. = 50%), qui, après deux cristallisations successives dans l'acétate d'éthyle bouillant permettent d'obtenir 17,0 g (e.e. = 97%) de produit. Les deux jets réunis représentent 56,0 g (Rdt = 95 %) de sel de l'énantiomère 3R de l'amine avec la N-acétyl-L-phényl-alanine. F = 171°C. $[\alpha]_D = +132^\circ$ (c = 1, méthanol).

- 42,4 g (96 mmol) du sel de l'amine (3R) sont agités violemment en présence de 500ml d'acétate d'éthyle et de 500ml de soude normale. Après dissolution, la phase acétate d'éthyle est séparée, lavée par de l'eau saturée de chlorure de sodium, puis déshydratée et évaporée. On obtient 25,4 g de l'amine attendue. Rdt = 95 % . F = 79°C. $[\alpha]_D = 172^\circ$ (c = 1, CH₂Cl₂).

R.M.N. ¹H δ(ppm): 3,05-3,5 (m, 2H); 3,3 (s.large, 2H éch.); 3,9-4,0 (m, 1H); 4,6-4,7 (m, 1H); 7,05-7,6 (m, 9H).

I.R.: 3350, 1670, 1600, 1560, 1420, 1380, 1340, 1290, 1240, 760, 730, 690^{cm-1}.

Intermédiaire 2 : (3R)-3,9-diamino-1-phényl-6,7-dihydro-3H-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-4-one [(Ile) - R ; B = -NR₂R₃; R₂ = R₃ = H].

- Stade-1 : Dans un réacteur de 100 ml, on introduit 51,0 ml d'acide sulfurique concentré (d = 1,83) et sous agitation on ajoute 16,0 g (57,7 mmol) de (3R)-3-Amino-1-phényl-6,7-dihydro-3H-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-4-one, intermédiaire 1 précédemment décrit.

Durant l'introduction exothermique la température atteint 70 °C, la solution marron obtenue est refroidie à 5-10 °C. On introduit alors rapidement 6,93 g (68,5 mmol) de nitrate de

- 26 -

potassium pur dissous dans 17,0 ml d'acide sulfurique ($d = 1,83$). La température progresse à 40 °C puis on maintient 40 minutes sous agitation à 20 °C.

La solution brune est précipitée dans 600 ml d'un mélange eau et glace. Le mélange est alcalinisé avec une solution d'ammoniaque concentré puis extrait par 3 fois 150 ml de dichlorométhane. les phases organiques sont lavées à l'eau, déshydratées, les solvants sont ensuite éliminés par distillation. On obtient un résidu meringué marron clair (17,5 g) qui est purifié par chromatographie rapide sur silice. L'élution par du dichlorométhane progressivement enrichi en méthanol permet d'obtenir 12,0 g de (3R)-3-amino-9-nitro-1-phényl-6,7-dihydro-3H-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-4-one [(II_d) - R; B = NO₂] purifié.

- 10 Rdt = 75 % F = 177-178 °C $[\alpha]_D = + 66,8$ °C (c = 0,4, CH₂Cl₂)
 - Stade-2 : Dans un réacteur de 250 ml, on introduit 13,0 g (40,3 mmol) du dérivé nitré obtenu au stade précédent, 45,5 g (202 mmol) de chlorure d'étain dihydrate et 81 ml d'éthanol. Sous agitation le mélange est porté à 70 °C et maintenu 30 minutes à cette température. On obtient une solution marron et on distille alors environ 60 ml de solvant.
- 15 On reprend le résidu par 400 ml d'eau glacée et extrait à l'éther la phase aqueuse et la gomme insoluble.

- La phase étherée est écartée. La phase aqueuse et la gomme sont alcalinisées par une solution de soude jusqu'à pH 12. Le mélange est extrait par 3 fois 150 ml de dichlorométhane. Les phases organiques réunies sont lavées, séchées puis le dichlorométhane est éliminé par distillation. Le résidu (13, 0 g) est purifié par chromatographie sur colonne de silice en éluant par du dichlorométhane progressivement enrichi en méthanol. On obtient 12,4 g de (3R)-3,9-diamino-1-phényl-6,7-dihydro-3H-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-4-one [intermédiaire (II_c)-R ; B = -NR₂R₃; R₂ = R₃ = H].
- 25 R.M.N. ¹H δ (ppm): 7,5-7,65 (m,2H); 7,5-7,3 (m,3H); 6,8 (d,1H); 6,4 (d,1H); 4,5-4,65 (m,1H); 3,8-4 (q,1H); 3,15-3,3 (m,1H); 2,95-3,05 (m,1H); 2,50-4,00 (m, 2H)
- I.R. : 3300, 3200; 1660, 1580, 1480, 1440, 1360, 1240, 710 cm⁻¹

Intermédiaires 3

-3.a:(3R,S)-3-Amino-9-méthoxy-1-phényl-6,7-dihydro-3H-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-4-one, [(II_c) - R,S; B = CH₃O]

- 30 Le composé est préparé à partir de 5-méthoxyindole, en 5 stades.

- Stade-1 : 5-Méthoxyindoline.

A une solution de 50,0 g (340 mmol) de 5-méthoxyindole dans 700 ml d'acide acétique

- 27 -

glacial, on ajoute à 15-20°C par petites quantités 53,4 g (850 mmol) de cyanoborohydrure de sodium. L'addition faiblement exothermique est effectuée en 3 heures et s'accompagne d'un léger dégagement d'hydrogène. On laisse 12 heures sous agitation en dessous de 20°C, puis ajoute 700 ml d'eau et ajuste le pH du milieu réactionnel entre 10 et 12 par addition de 1200 ml d'une solution de soude à 30%. Le mélange est extrait deux fois par du dichlorométhane, puis la phase organique est lavée avec 300 ml d'eau. On évapore, le résidu est purifié par chromatographie rapide sur une colonne de silice, l'éluant utilisé étant un mélange de polarité croissante de méthanol dans du dichlorométhane. On obtient 41,84 g d'huile incolore qui devient jaune clair au stockage (à conserver sous atmosphère d'azote et à l'abri de la lumière).

Rdt = 83% - C.C.M.: S.B2; 0,38.

R.M.N.¹H δ(ppm): 3,00 (t, 2H); 3,40 (s, 1H éch.); 3,50(t, 2H); 3,70 (s, 3H); 6,60 (s, 2H);

6,80 (s, 1H).

15 - Stade-2 : 7-benzoyl-5-méthoxyindoline.

On dissout 5,00 g (33,5 mmol) de 5-méthoxyindoline dans 50 ml de 1,2-dichloroéthane. On ajoute goutte à goutte à t < 5°C 33,5 ml (33,5 mmol) de trichlorure de bore en solution molaire dans du dichlorométhane, 6,90 g (67 mmol) de benzonitrile. Le mélange est chauffé 6 heures au reflux (t. masse = 82-84°C). Après refroidissement l'hydrolyse est réalisée par ajout de 33,5 ml d'acide chlorhydrique 4N et chauffage durant 20 minutes à 80°C. On laisse refroidir vers 20°C et extrait par du dichlorométhane. La phase aqueuse est réextraite par 100 ml de dichlorométhane. On lave les phases organiques réunies par une solution de soude, puis par une solution concentrée de chlorure de sodium, et sèche sur sulfate de sodium. Après filtration et évaporation on obtient 3,12 g de solide jaune orangé.

Rdt = 38% - F = 123°C - C.C.M.: S.A7; 0,81

R.M.N.¹H δ(ppm): 3,05 (t, 2H); 3,65 (s, 3H); 3,75 (t, 2H); 6,75 (s.large, 2H dont 1H éch.); 6,95 (s.large, 1H); 7,40-7,55 (m, 3H); 7,65 (m, 2H)

- Stade-3 : 9-méthoxy-1-phényl-6,7-dihydro-3H-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-4-one.

30 Dans 75 ml de pyridine, on introduit 4,71 g (18,6 mmol) de 7-benzoyl-5-méthoxyindoline puis 16,2 g (116 mmol) de chlorhydrate de glycinate d'éthyle. On chauffe sous agitation à 110-115°C tout en distillant les fractions légères qui se forment. Après 12 heures on

refroidit et ajoute 100 ml d'une solution de carbonate de sodium à 2,5 % dans de l'eau et 100 ml de dichlorométhane. La phase aqueuse est séparée, extraite par 100 ml de dichlorométhane. Les phases organiques sont réunies et lavées à l'eau. Le solvant est évaporé puis le résidu purifié par chromatographie rapide sur une colonne de silice, l'éluant
5 utilisé étant un gradient d'acétone dans le dichlorométhane. On obtient 4,15 g de produit purifié sous forme d'une résine brune.

Rdt = 82 % - C.C.M.: S.A6; 0,73.

R.M.N.¹H δ(ppm): 3,10 (t, 2H); 3,70 (s, 3H); 4,30 (t, 2H); 3,90 (s, 2H); 6,60 (s, 1H); 7,00 (s, 1H); 7,30-7,50 (m, 3H); 7,60 (d, 2H).

10 - Stade-4 : 3-hydroxyimino-9-méthoxy-1-phényl-6,7-dihydro-3H-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-4-one.

6,78 g (26 mmol) de produit précédent sont dissous dans un mélange de 26 ml de tétrahydrofurane et de 51 ml de toluène. On refroidit et ajoute à une température inférieure à 0°C, 7,29 g (65 mmol) de tertio-butylate de potassium. L'addition est exothermique et
15 la solution se colore en noir. Après 20 minutes d'agitation on ajoute en 10 minutes environ 3,20 g (27,3 mmol) de nitrite d'isoamyle. On maintient 10 minutes sous agitation en dessous de 0°C, puis ajoute 10,3 ml d'acide acétique glacial et 100 ml d'eau. On filtre un insoluble et ajoute 50 ml de dichlorométhane. On décante et lave la phase aqueuse avec 100 ml de dichlorométhane. Les phases organiques sont réunies et lavées par 100 ml d'eau.
20 Après évaporation du solvant le résidu est purifié par chromatographie. On obtient 4,44 g d'un solide jaune orangé.

Rdt = 53 % - F=205°C. ; C.C.M.: S.A5; 0,17.

R.M.N.¹H δ(ppm): 3,20 (t, 2H); 3,70 (s, 3H); 4,40 (t, 2H); 6,70 (t, 2H); 7,10 (s, 1H); 7,40-7,60 (m, 3H); 7,80 (d, 2H); 8,60 (s, 1H).

25 - Stade-5 : (3R,S)-3-Amino-9-méthoxy-1-phényl-6,7-dihydro-3H-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-4-one.

On ajoute 4,38 g de ruthénium à 5 % sur charbon à une solution de 14,6 g (45 mmol) de produit obtenu au stade précédent dans 1,0 l de méthanol. On hydrogène sous une pression de 8 bars à 80°C pendant 6 heures, puis filtre et rince le catalyseur. Après évaporation le
30 résidu est purifié par chromatographie rapide sur une colonne de silice, l'éluant utilisé étant un mélange de dichlorométhane enrichi progressivement en méthanol. On obtient 9,66 g d'amine purifiée sous la forme d'un solide jaune-beige.

Rdt = 67% - F=84°C.; C.C.M.: S.B3; 0,24.

R.M.N.¹H δ(ppm): 3,20 (t, 2H); 3,70 (s, 3H); 4,40 (t, 2H); 5,30 (s, 1H); 6,70 (s, 1H); 7,10 (s, 1H); 7,40-7,80 (m, 5H); 8,10 et 8,50 (s. larges, 2H éch).

-3.b:(3R)-3-Amino-9-méthoxy-1-phényl-6,7-dihydro-3H-[1,4]diazépino[6,7,1-h]indol-4-

5 one [(II_C) - R; B = CH₃O]

10 10,0 g (32,3 mmol) de l'amine (R,S) intermédiaire 3.a sont dissous dans 100 ml d'acétonitrile au reflux. Par ailleurs, 12,47 g (32,3 mmol) d'acide di-para-toluoyl-tartrique sont dissous au reflux dans 100 ml d'acétonitrile. Les solutions chaudes sont mélangées puis abandonnées pour cristallisation par refroidissement à la température du laboratoire. Après
une nuit de repos, on filtre les cristaux blancs et lave ceux-ci par 100 ml d'acétonitrile
froid puis sèche. Ces cristaux (e.e. = 37 %) sont recristallisés à deux reprises successives
dans de l'acétonitrile pour obtenir le produit purifié (e.e. = 99,5 %). Cette purification est
suivie par chromatographie sur une colonne optiquement active C₁₈ de type Pirckle, en
éluant par un mélange 50/50 d'isopropanol et de n-hexane. On obtient 9,9 g de produit .

15 Rdt = 44%. F=168°C.

Les 9,9 g du sel précédent sont mis en suspension dans 100 ml d'acétate d'éthyle. On
ajoute sous forte agitation une solution saturée de bicarbonate de sodium, après quelques
minutes on écarte la phase aqueuse. La phase organique est lavée par 50 ml d'eau, séchée,
puis le solvant est évaporé à froid sous atmosphère d'azote. On obtient 4,1 g de base
20 purifiée.

Rdt = 95% - F = 84 °C - [α]_D = + 23 ° (c = 1, CH₂Cl₂)

- 3.c : (3R) Isoquinoline-3-carboxylique acide (9-méthoxy-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-h]indol-3-yl)-amide

[(I'_C); A = 3-isoquinolyl, B = CH₃O]

25 Le composé est préparé tel que décrit au procédé général B avec l'intermédiaire 3.b précédent et l'intermédiaire ester pentafluorophénylique de l'acide isoquinoline-3-carboxylique.

Rdt = 87% - solide blanc -F= 211°C - [α]_D = +0,30° (c = 1, CH₂Cl₂); C.C.M.: S.B1; 0,30

30 R.M.N.¹H δ(ppm): 3,10 (m, 1H); 3,35 (m, 1H); 3,75 (s, 3H); 4,00 (m, 1H); 4,70 (m, 1H); 5,70 (d, 1H s. par éch.); 6,70 (s.large, 1H); 7,10 (s.large, 1H); 7,20-7,80 (m, 7H); 8,00 (d, 1H); 8,10 (d, 1H); 8,65 (s, 1H); 9,30 (s, 1H); 9,90 (d, 1H éch.).

- 30 -

I.R.: 3360, 1665, 1500, 1490, 1470, 1345, 1265, 1225, 1145, 700 cm^{-1} .

Intermédiaire 4 : (3R)-3-amino-1-phényl-9-(pyrrolidin-1-yl) 6,7-dihydro-3H-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-4-one [(IIf) - R ; B = -NR₂R₃; -R₂ - R₃- = -(CH₂)₄-].

- Stade-1 : i) - dans un réacteur protégé de l'humidité et sous atmosphère d'azote on introduit 13,0 g (40,3 mmol) de (3R)-3-amino-9-nitro-1-phényl-6,7-dihydro-3H-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-4-one [composé (IIId); B = NO₂ préparé à l'intermédiaire 2 - stade 1] dans 78 ml de THF déshydraté sur tamis moléculaire. La solution est refroidie et à $t < 5^{\circ}\text{C}$ on ajoute sous agitation 10,56 g (48,4 mmol) de carbonate de t.butyle dans 40 ml de THF. On laisse la température remonter à 20-25°C et abandonne 16 heures au repos.
- 10 Les solvants sont éliminés par distillation sur bain marie et sous vide, le résidu est concrétisé dans 100 ml d'éther de pétrole puis filtré et séché (Rdt 100%). Le(3R)-N-(9-nitro-4-oxo-1-phényl-6,7-dihydro-3H-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-t.butyloxycarbamide (IIIdp) est engagé tel quel dans le stade suivant.
- ii) - dans un autoclave pour hydrogénation on introduit dans un litre de méthanol, 11,0 g (26 mmol) de l'intermédiaire obtenu au stade précédent et 4,0 g de charbon à 5% de ruthénium. L'appareil est mis sous atmosphère d'hydrogène et la réduction est réalisée sous agitation à 85°C durant 6 heures. Le catalyseur est filtré, le solvant est éliminé par distillation sous vide et le résidu purifié par chromatographie rapide sur colonne de silice. L'élution par le dichlorométhane contenant 2% (v/v) de méthanol permet d'obtenir après
- 20 élimination des solvants. le (3R)-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-6,7-dihydro-3H-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-t.butyloxycarbamide (IIep) purifié, sous forme amorphe. Poids : 8,8 g - Rdt = 86% - CCM : S.A8 Rf : 0,40
- Stade-2 : dans un réacteur protégé de l'humidité on introduit dans 150 ml de diméthylformamide (DMF) anhydre, 6,0 g (15,3 mmol) de l'intermédiaire (IIep) précédent,
- 25 3,60 ml soit 6,60 g de 1,4 - dibromobutane (30,6 mmol) et 6,38 g (76 mmole) d'hydrogénocarbonate de sodium. La suspension est chauffée à 60°C sous agitation durant 7 heures puis le DMF est éliminé par distillation sous vide, le résidu est solubilisé dans 150 ml de dichlorométhane. La solution est extraite à l'eau puis séchée, le solvant distillé sous vide et le résidu purifié par chromatographie rapide sur colonne de silice. L'élution par le
- 30 dichlorométhane contenant 1% de méthanol (v/v) permet d'obtenir 4,10 g de (3R)-N-(4-oxo-1-phényl-9-(pyrrolidin-1-yl)-6,7-dihydro-3H-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-t.butyloxy carbamide (IIfp) purifié. Rdt = 60% - CCM : S.A8 Rf : 0,60

- Stade-3 : dans un réacteur protégé de l'humidité on introduit dans 48 ml de dichlorométhane anhydre, 4,10 g (9,2 mmol) d'intermédiaire (II_{fp}) obtenu au stade précédent. A la solution obtenue, on ajoute goutte à goutte à température ambiante 24,75 ml, soit 36,34 g (321 mmol) d'acide trifluoroacétique pur (d=1,48). Le mélange est agité
- 5 2 heures à 20-25°C puis les solvants sont éliminés par distillation sous vide. Le résidu est purifié par chromatographie rapide sur colonne de silice, l'élution par le dichlorométhane contenant 5% (v/v) de méthanol permet d'obtenir après évaporation des solvants le produit purifié sous forme amorphe. Poids : 4,35 g. Le composé est salifié par l'acide trifluoroacétique. Il est traité par une solution saturée de bicarbonate de sodium et le
- 10 mélange est extrait par le dichlorométhane. Après évaporation le (3R)-3-amino-1-phényl-9-(pyrrolidin-1-yl) 6,7-dihydro-3H-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-4-one [(II_f) est obtenu sous forme amorphe. Poids : 3,00 g ; Rdt = 71% - CCM : S.A8 R_f : 0,80

Exemples de l'invention (I)

15

Exemple 1 : (3R)Isoquinoline-3-carboxylique acide (9-hydroxy-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-amide

[(I_B) ; A = Isoquinolyl; B = -OR₁, R₁ = H]

- Dans un réacteur de 50 ml protégé de l'humidité et sous atmosphère d'azote, on dissout
- 20 1,00 g (2,2 mmol) de l'intermédiaire 3.C (3R)Isoquinoline-3-acide carboxylique (9-méthoxy-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-amide dans 20,0 ml de dichlorométhane déshydraté sur tamis moléculaire.

La solution est refroidie à - 50 °C et, sous agitation, on ajoute rapidement 5,41 g (22 mmol) de tribromure de bore.

- 25 Le mélange, marron et hétérogène est agité à 20-25 °C durant 3 heures puis précipité dans un mélange de 50 ml d'eau et 30 ml de dichlorométhane. L'insoluble est filtré, la phase aqueuse écartée et le dichlorométhane évaporé.

- Le résidu d'évaporation et l'insoluble sont réunis et purifiés par chromatographie sur colonne de silice. L'élution par le mélange S.A8 permet d'obtenir 0,48 g de produit purifié
- 30 amorphe jaune - Rdt = 49, 5 %. - F = 215 °C

Analyse conforme pour C₂₇H₂₀N₄O₃, (0.15 CH₂Cl₂), (0.25H₂O) - C.C.M. : S.A1 ; 0,33
R.M.N. ¹Hδ(ppm) : 3,10 (m,1H); 3,35 (m,1H); 3,95 (m,1H); 4,50 (m,1H); 5,40 (d,1H);

6,05 (d,1H); 7,1 (d,1H); 7,45 (m,5H); 7,90 (m,2H); 8,30 (m,2H); 8,65 (s,1H); 9,50 (s,1H); 9,70 (d,1H, éch. D₂O); 9,75 (s, 1H, éch. D₂O).

I.R. : 3450, 3200, 1680, 1660, 1620, 1590, 1510, 1460, 1440, 1370, 1320, 1270, 1230, 1140, 1100, 1060, 960, 860, 760, 740, 700, 630, 540, 490 cm⁻¹

5 **Exemple 2 : (3R)4-t-butyloxycarbonylamino-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hilindol-3-yl])-benzamide**

[(I_e) ; A = 4-t.butyloxycarbonylaminophényl ; B = -NR₂R₃ ; R₂ = R₃ = H]

Dans un réacteur protégé de l'humidité on dissout sous agitation 1,60 g (5,5 mmol) de (3R)-3,9-diamino-1-phényl-6,7-dihydro-3H-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-4-one
 10 (intermédiaire 2) dans 60,0 ml de dichlorométhane anhydre. A 20 °C environ on ajoute alors 1,44 g (6,05 mmol) d'acide 4-t.butyloxycarbonylaminobenzoïque puis 1,80 g (5,5 mmol) de "TOTU" (dénomination abrégée pour tétrafluoroborate de O-[(Ethoxycarbonyl)cyanométhylamino]-N,N,N',N'-tétraméthyluronium - fournisseur Fluka réf. 02580). Le mélange est refroidi à 0 ° C on ajoute alors 1,9 ml soit 1,42 g (11,0
 15 mmol) de N, N diisopropyl-éthylamine après quoi le mélange est agité durant 12 heures à la température ambiante puis extrait successivement par 50 ml de solutions HCl 1N, 50 ml d'une solution saturée de bicarbonate de sodium et finalement 50 ml d'eau. Le solvant est évaporé sous vide et le résidu d'un poids de 2,75 g est purifié par la technique de chromatographie rapide sur une colonne de silice en utilisant comme solvant d'élution un
 20 mélange acétate d'éthyle - hexane 80-20 v/v. Les fractions déterminées pures par C.C.M. sont réunies, le solvant est évaporé et le résidu (1,78g) purifié est solubilisé dans 6 ml d'isopropanol puis précipité par addition de 100 ml d'hexane. Le produit est filtré, séché sous vide. Poids : 1,30g

Rdt = 46 % - Poudre jaune - F = 215-225 °C - [α]_D = + 47 ° (C = 1, CH₂Cl₂)

25 Analyse conforme pour C₂₉H₂₉N₅O₄ - C.C.M. : S.B ; 0,45

R.M.N. ¹H δ (ppm) : 1,50 (s, 9H); 2,95-3,10 (m, 1H); 3,20-3,35 (m, 1H); 3,80 (s, 2H); 3,85-4,00 (m, 1H); 4,55-4,70 (m, 1H); 5,55-5,65 (d, 1H); 6,40 (d, 1H); 6,85 (d, 1H); 7,15 (s,1H); 7,30-7,60 (m, 7H); 7,80-7,95 (d, 2H); 7,95-8,05 (d, 1H).

I.R. : 3300, 2995, 1640, 1470, 1370, 1310, 1230, 1150, 1050, 700 cm⁻¹ .

30 **Exemple 3 : (3R)4-amino-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hilindol-3-yl])-benzamide**

[(I_e) ; A = 4-aminophényl; B = -NR₂R₃ ; R₂ = R₃ = H]

Dans un réacteur de 50 ml on dissout sous agitation dans 30 ml de dichlorométhane anhydre, 1,00 g (1,95 mmole) de (3R)-4-t.butyloxycarbonylamino-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro[1,4]diazépino[6,7,1,-hi]indol-3-yl)-benzamide (produit de l'exemple 2) .

- 5 La solution jaune pâle est refroidie à 0 °C et on ajoute sans dépasser 5 °C 10,0 ml d'acide trifluoroacétique (d = 1,480). Le milieu réactionnel qui devient rouge-orangé est maintenu 45 minutes à 0-5 °C sous agitation puis évaporé sous vide sur bain marie.

Le résidu est repris par 100 ml de dichlorométhane et lavé par une solution NaOH 2N puis à l'eau. Le solvant est évaporé ensuite sous vide et on obtient 0,85 g d'un résidu jaune que

- 10 l'on purifie par chromatographie rapide sur colonne de silice en éluant par le mélange S.A8. Les fractions purifiées évaporées conduisent à 0,60 g de produit jaune que l'on cristallise à 20°C environ dans 20 ml d'isopropanol. L'insoluble est filtré, séché. Poids: 0,50 g.

Rdt = 60 % - Poudre jaune - F = 276 °C - $[\alpha]_D = + 63^\circ$ (c = 1, MeOH)

- 15 Analyse conforme pour $C_{24}H_{21}N_5O_2$; (0.25 i.PrOH) - C.C.M. : S.A3; 0,20

R.M.N. $^1H\delta$ (ppm) : 2,95-3,10 (m,1H); 3,15-3,35 (m,1H); 3,75-3,90 (m,1H); 4,35-4,50 (m,1H); 5,30 (s,2H); 5,40-5,50 (d,1H); 5,75 (s,2H); 6,35 (d,1H); 6,55-6,65 (d,2H); 6,85 (d,1H); 7,40-7,60(m,5H); 7,70-7,80 (d,2H); 8,85-8,95 (d,1H).

I.R. : 3300, 1600, 1475, 1370, 1270, 1180, 830, 765, 695, 530 cm^{-1}

- 20 **Exemple 4 : (3R)4-amino-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-3,5-dichloro-benzamide**

$[I_e]$; A = 4-amino-3,5-dichloro-phényl; B = $-NR_2R_3$; $R_2 = R_3 = H$

Le composé est préparé selon le mode opératoire de l'exemple 2, à partir de l'amine intermédiaire 2 et de l'acide 4-amino-3,5-dichlorobenzoïque.

- 25 Après réaction le résidu est purifié par chromatographie rapide sur colonne de silice en éluant avec le mélange S.A8. Le produit obtenu est finalement recristallisé dans l'acétate d'éthyle.

Rdt = 55 % - Poudre jaune - F = > 280 °C - $[\alpha]_D = + 48,5^\circ$ (c = 1, MeOH)

Analyse conforme pour $C_{24}H_{19}Cl_2N_5O_2$

- 30 R.M.N. $^1H\delta$ (ppm) : 2,85-3,05 (m,1H); 3,20-3,35 (m,1H); 3,80-3,90 (m,1H); 4,40-4,50 (m,1H); 5,20-5,30 (m,2H); 5,45 (d,1H); 6,10 (s,2H); 6,40 (s,1H); 6,90 (s,1H); 7,40-7,60 (m,5H); 8,00 (s,2H); 9,45 (d,1H).

I.R. : 3300, 3200, 1670, 1610, 1510, 1480, 1380, 1280, 1240, 1180, 1130, 850, 790, 700 cm^{-1}

Exemple 5 : (3R)-4-amino-N-[9-(4-amino-3,5-dichlorobenzamido)-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-h]indol-3-yl]-3,5-dichloro-benzamide

5 [(I_{eb}) ; A = 4-amino-3,5-dichloro-phényl ; B = -NR₂R₃ ; R₂ = R₃ = -CO-A ; R₃ = H]

Les fractions impures obtenues au traitement chromatographique de l'exemple 4 précédent sont réunies et évaporées sous vide. Le résidu est repris et traité par chromatographie rapide sur colonne de silice en éluant par du dichlorométhane progressivement enrichi en acétone. On élue le produit purifié avec le mélange de proportions 80-20 (v/v). Poids après

10 évaporation: 0,20 g - Poudre beige-blanc - F = > 220 °C

Analyse conforme pour C₃₁H₂₂N₆O₃Cl₄, (0.5 CH₃-CO-CH₃) - C.C.M. : S.A3 ; 0,60

R.M.N. ¹Hδ(ppm) : 3,00-3,15 (m, 1H); 3,15-3,30 (m, 1H); 3,95 (q, 1H); 4,50-4,60 (m, 1H); 4,80 (s, 2H); 4,90 (s, 2H); 5,40 (d, 1H); 7,20-7,45 (m, 6H); 7,70 (s, 2H); 7,80 (s, 2H); 7,85 (d, 1H); 7,95 (s, 1H); 8,70 (s, 1H)

15 I.R. : 3250, 1610, 1530, 1480, 1370, 1260, 880, 780 cm^{-1}

Exemple 6 : (3R)-2-acétylamino-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-h]indol-3-yl)-benzamide

[(I_e) ; A = 2-acétylamino-phényl ; B = -NR₂R₃ ; R₂ = R₃ = H]

Dans un réacteur de 100 ml protégé de l'humidité et sous atmosphère d'azote on dissout

20 1,23 g (6,84 mmol) d'acide 2-acétylamino-benzoïque dans 40 ml de tétrahydrofurane (THF) anhydre 0,76 g (7,5 mmol) de 4-méthylmorpholine.

La solution est agitée durant 5 minutes puis refroidie à - 20 °C, on ajoute alors 0,93 g (6,84 mmol) de chloroformate d'isobutyle, puis maintient la suspension blanche sous agitation à - 20 °C durant 30 minutes. On ajoute ensuite, à cette même température, 2,00 g (6,84

25 mmol) de l'amine intermédiaire 2 en solution dans 11 ml de THF.

La suspension est maintenue une heure sous agitation à - 20 °C, puis 2 heures à 0 °C.

Après quoi l'insoluble est filtré, le filtrat est concentré sous vide et le résidu purifié par chromatographie rapide sur colonne de silice. On élue par le dichlorométhane et récupère

1,50 g de produit purifié amorphe qui sont cristallisés dans 100 ml d'éther éthylique. Le

30 précipité est filtré puis séché. Poids : 1,20 g - Rdt = 39 % - Poudre jaune - F = 275 °C

Analyse conforme pour C₂₈H₂₃N₃O₃ - C.C.M. : S.A6; 0,40

R.M.N. ¹Hδ(ppm) : 2,20 (s, 3H); 3,00-3,10 (m, 1H); 3,20-3,30 (m, 1H); 3,70-3,80 (m, 2H)

éch.); 3,85-4,00 (m, 1H); 4,55-4,70 (m, 1H); 5,55 (d, 1H); 6,50 (s, 1H); 6,85 (s, 1H); 7,30-7,60 (m, 7H); 7,85 (d, 1H); 8,10 (d, 1H); 8,60 (d, 1H), 11,00 (m, 1H)

I.R. : 3300, 1690, 1640, 1500, 1440, 1370, 1300, 1270, 1240, 1190, 1100, 960, 850, 750, 700 cm^{-1}

5 **Exemple 7 : (3R)N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hilindol-3-yl])-2-méthoxy-benzamide**

[(I_e) ; A = 2-méthoxyphényl; B = -NR₂R₃ ; R₂ = R₃ = H]

Le composé est préparé selon le mode opératoire de l'exemple 2, à partir de l'amine intermédiaire 2 et de l'acide 2-méthoxybenzoïque. Le produit est purifié par
10 chromatographie rapide sur colonne de silice en éluant par le mélange S.A8. Après évaporation des solvants le produit purifié est concrétisé dans l'éther éthylique.

- Rdt = 65,5 % - Poudre jaune - F = 234 °C - $[\alpha]_D = + 39,5^\circ$ (c = 1, CH₂ Cl₂)

Analyse conforme pour C₂₅H₂₂O₃N₄ - C.C.M. : S.A3; 0,60

R.M.N. ¹Hδ(ppm) : 3,00-3,10 (m, 1H); 3,15-3,30 (m, 1H); 3,75 (m, 2H); 3,95 (q, 1H); 4,05
15 (s, 3H); 4,55-4,70 (m, 1H); 5,65 (d, 1H); 6,45 (s, 1H); 6,85 (s, 1H); 7,00 (d, 1H); 7,10 (t, 1H); 7,35 (t, 2H); 7,40-7,55 (m, 2H); 7,60 (d, 2H); 8,25 (d, 1H); 9,85 (d, 1H).

I.R. : 3300, 1670, 1640, 1600, 1500, 1480, 1470, 1240, 1160, 1020, 750, 700 cm^{-1}

Exemple 8 : (3R)4-amino-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hilindol-3-yl])-5-chloro-2-méthoxy-benzamide

20 [(I_e) ; A = 4-amino-5-chloro-2-méthoxyphényl; B = NR₂R₃ ; R₂ = R₃ = H]

Le composé est préparé selon le mode opératoire de l'exemple 2, à partir de l'amine intermédiaire 2 et de l'acide 4-amino-5-chloro-2-méthoxybenzoïque. Le produit est purifié par chromatographie rapide sur colonne de silice en éluant par le mélange dichlorométhane progressivement enrichi en méthanol.

25 - Rdt = 38 % - Poudre jaune - F = 198-200 °C - $[\alpha]_D = + 36,5^\circ$ (c = 0,5, MeOH)

Analyse conforme pour C₂₅H₂₂ClN₅O₃ - C.C.M. : S.A3; 0,50

R.M.N. ¹Hδ(ppm) : 2,95-3,10 (s, 1H); 3,15-3,3 (m, 1H); 3,75 (s, 2H); 3,95 (s, 3H); 3,85-4,00 (m, 1H); 4,55 (s, 2H); 4,55-4,65 (m, 1H); 5,65 (d, 1H); 6,35 (s, 1H); 6,55 (d, 1H); 6,80 (s, 1H); 7,30-7,45 (m, 3H); 7,55 (d, 2H); 8,15 (s, 1H); 9,65 (d, 1H).

30 I.R. : 3300, 1660, 1620, 1580, 1470, 1370, 1300, 1240, 1160, 1110, 1040, 980, 700 cm^{-1}

Exemple 9 : (3R)N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hilindol-3-yl])-3-cyclopentyl-4-méthoxy-benzamide

[(I_e) ; A = 3-cyclopentyloxy-4-méthoxyphényl; B = NR₂R₃ ; R₂ = R₃ = H]

Composé préparé selon le mode opératoire de l'exemple 2, à partir de l'amine intermédiaire 2 et d'acide 3-cyclopentyloxy-4-méthoxybenzoïque (préparé selon J. Med. Chem. 1994., 37, 1696-1703). Après purification par chromatographie rapide sur colonne de silice en éluant par l'acétate d'éthyle, le produit est finalement concrétisé par dissolution dans l'acétate d'éthyle puis précipitation par l'hexane.

- Rdt = 63 % - Poudre jaune - F = 138-146 °C - [α]_D = + 48 ° (c = 1, CH₂ Cl₂)

Analyse conforme pour C₃₀H₃₀N₄O₄- C.C.M. : S.B; 0,40

R.M.N.¹Hδ(ppm) : 1,55-1,70 (m,2H); 1,75-2,10 (m,6H); 2,95-3,10 (m,1H); 3,20-3,35 (m,1H); 3,80 (s,2H); 3,90 (s,3H); 3,90-4,00 (m,1H); 4,55-4,70 (m,1H); 4,85-4,95 (m,1H); 5,55-5,65 (d,1H); 6,45 (d,1H); 6,80-7,00 (m,2H); 7,30-7,65 (m,7H), 7,90-8,00 (d,1H)

I.R. : 3320, 2920, 1650, 1480, 1370, 1260, 1160, 1020, 760, 700, 520 cm⁻¹

Exemple 10 : (3R)Pyridine-2-acide carboxylique (9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-h]indol-3-yl)-amide

[(I_e) ; A = 2-pyridyl ; B = -NR₂R₃ ; R₂ = R₃ = H]

Préparation selon le mode opératoire de l'exemple 2, à partir de l'amine intermédiaire 2 et de l'acide picolinique (ou pyridine-2-carboxylique). Le produit est purifié par recristallisation de l'isopropanol.

- Rdt = 50 % - Poudre jaune - F = 266-267 °C - [α]_D = + 67 ° (c = 1, CH₂ Cl₂)

Analyse conforme pour C₂₃H₁₉N₃O₂- C.C.M. : S.A2; 0,45

R.M.N.¹Hδ(ppm) : 2,95-3,10 (m,1H); 3,15-3,35 (m,1H); 3,70-3,85 (s,2H); 3,85-4,00 (m,1H); 4,55-4,70 (m,1H); 5,55-5,70 (d,1H); 6,45 (s,1H); 6,85 (s,1H); 7,30-7,70 (m,6H); 7,80-7,90 (m,1H); 8,15-8,30 (m,1H); 8,60-8,70 (m,1H); 9,60-9,80 (d,1H)

I.R. : 3320, 1660, 1500, 1370, 1270, 1230, 1170, 995, 830, 690 cm⁻¹

Exemple 11 : (3R)N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-h]indol-3-yl)-nicotinamide

[(I_e) ; A = 3-pyridyl ; B = -NR₂R₃ ; R₂ = R₃ = H]

Préparation selon le mode opératoire de l'exemple 10 précédent avec l'amine intermédiaire 2 et de l'acide nicotinique (ou pyridine-3-carboxylique). Après purification par chromatographie en éluant par le mélange S.A9, le produit est cristallisé dans le méthanol.

- Rdt = 33 % -Poudre jaune - F = > 250 °C

Analyse conforme pour $C_{23}H_{19}N_3O_2$ (0.4 MeOH) - C.C.M. : S.A1; 0,50

R.M.N.¹Hδ(ppm) : 2,95-3,10 (m,1H); 3,20-3,30 (m,1H); 3,80-3,90 (m,1H); 4,40-4,50 (m,1H); 5,30 (s,2H); 5,55 (d,1H); 6,35 (s,1H); 6,90 (s,1H); 7,40-7,60 (m,6H); 8,35-8,40 (m,1H); 8,75 (d,1H); 9,15 (s,1H); 9,90 (d,1H)

5 I.R. : 3300, 3200, 1660, 1580, 1460, 1380, 1265, 1235, 1165, 1020, 840, 695 cm^{-1}

Exemple 12 A: (3R)N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépinof[6,7,1-h]indol-3-yl)-isonicotinamide

[(I_e) ; A = 4-pyridyl ; B = -NR₂R₃ ; R₂ = R₃ = H]

Préparation selon le mode opératoire de l'exemple 10 avec l'amine intermédiaire 2 et
10 l'acide isocotinique (ou pyridine-4-carboxylique). Après purification par chromatographie en éluant par le mélange S.A10, le produit est concrétisé dans l'éther diéthylique.

- Rdt = 41 % - Poudre jaune - F = > 280 °C - [α]_D = + 60,8 ° (c = 1, MeOH)

Analyse conforme pour $C_{23}H_{19}N_3O_2$ - C.C.M. : S.A1; 0,50

R.M.N.¹Hδ(ppm) : 2,95-3,08 (m,1H); 3,20-3,30 (m,1H); 3,80-3,90 (m,1H); 4,35-4,48
15 (m,1H); 5,25 (s,2H éch.); 5,45 (d,1H); 6,00 (s,1H); 6,90 (s,1H); 7,40-7,60 (m,5H); 7,95 (d,2H); 8,80 (d,2H); 9,90 (d,1H)

I.R. : 3300, 3200, 1660, 1480, 1380, 1240, 1170, 1060, 840, 695, 780, 750, 690 cm^{-1}

- sulfate : dans un réacteur on introduit sous agitation 1,00g (2,5 mmol) du composé obtenu ci-dessus dans 20 ml d'éthanol anhydre. A la suspension on ajoute goutte à goutte 0,50 ml
20 d'acide sulfurique concentré (d = 1,84) . La température de la suspension s'élève et le milieu se colore. On ajoute à nouveau 0,50 ml d'acide et laisse agiter une heure. L'insoluble est filtré, lavé à l'éthanol puis séché. Poids : 1,00 g - F = > 230 °C - [α]_D = - 37,0° (c = 1, H₂O) - C.C.M. : S.A10; 0,50

Analyse conforme pour $C_{23}H_{19}N_3O_2$, 2 H₂SO₄ , (3H₂O)

25 **Exemple 12 B:** (3R)N-(9-acétamido-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépinof[6,7,1-h]indol-3-yl)-isonicotinamide

[(I_{eb}) ; A = 4-pyridyl ; B = -NR₂R₃ ; R₂ = R₄ = CH₃-CO- ; R₃ = H]

Dans un réacteur anhydre on dissout 1,50 g (3,7 mmol) du composé de l'exemple 12A sous sa forme de base dans 15,1 ml de pyridine anhydre. On ajoute à la solution 7,3 ml soit
30 7,85 g (77 mmol) d'anhydride acétique puis la solution est abandonnée sous agitation à 20-25°C durant 16 heures. On y ajoute 70 ml d'eau et poursuit l'agitation durant 4 heures, Le mélange est alors extrait par 3 fois 75 ml d'acétate d'éthyle, les phases organiques réunies

sont lavées par 2 fois 75 ml de solution saturée en bicarbonate de sodium puis séchées. Les solvants sont éliminés par distillation sous vide et sur bain marie puis le résidu purifié par chromatographie rapide sur colonne de silice. L'élution par un mélange dichlorométhane - méthanol 90 - 10 (v/v) permet de récupérer le produit purifié à l'état amorphe.

- 5 Poids : 1,20 g - Rdt = 71 % Poudre jaune - F = 204 - 205 °C

Analyse conforme pour $C_{25}H_{21}N_5O_3$ (0.75 H_2O) - C.C.M. : S.A10; 0,50

R.M.N. $^1H\delta$ (ppm) : 2,10 (s,3H); 3,05-3,20 (m,1H); 3,25-3,40 (m,1H); 3,95 (q,1H); 4,65 (t,1H); 5,45 (d,1H); 7,05 (s,1H); 7,30-7,50 (m,5H); 7,80 (d,2H); 8,00 (s,1H); 8,10 (s,1H); 8,20 (d,1H); 8,80 (d,2H)

- 10 I.R. : 3200, 1650, 1330, 1370, 1280, 1160, 1060, 840,, 700 cm^{-1}

Exemple 13 : (3R)3-t.butyloxycarbonylamino-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépinof[6,7,1-h]indol-3-yl)-isonicotinamide

[(I_e) ; A = 2-t.butyloxycarbonylamino-4-pyridyl ; B = -NR₂R₃ ; R₂ = R₃ = H]

- 15 Dans un réacteur protégé de l'humidité et sous atmosphère d'azote on dissout dans 10 ml de tétrahydrofurane anhydre 0,50 g (1,7 mmol) de l'amine intermédiaire 2 et 0,41 g (1,7 mmol) d'acide 3-t-butyloxycarbonylamino-pyridine-4-carboxylique préparé par réaction dans le dioxane de l'acide 3-amino-isonicotinique avec le di t.butyl dicarbonate.

- 20 On ajoute ensuite sous agitation à 20-25 °C 0,96 g (2,05 mmol) de PyBrop (hexafluorophosphate de bromo-tris-pyrrolidino-phosphonium) et 0,52 g (5,1 mmol) de triéthylamine.

Le mélange est agité 16 heures à 20-25 °C, l'insoluble est écarté par filtration et le filtrat concentré sous vide sur bain marie.

Le résidu est purifié par chromatographie rapide sur colonne de silice. L'élution par le mélange S.A8 permet d'obtenir 0,55 g de produit purifié.

- 25 Rdt = 63 % - Poudre cristallisée jaune -F = 221-225 °C - $[\alpha]_D = -24,5^\circ$ (c = 0,5, CH_2Cl_2)

Analyse conforme pour $C_{28}H_{28}N_6O_4$, (0.6 H_2O) - C.C.M. : S.A1; 0,70

- 30 R.M.N. $^1H\delta$ (ppm) : 1,4 (s,9H); 2,95-3,10 (m,1H); 3,30-3,45 (m,1H); 3,85 (q,1H); 4,40 (t,1H); 5,30 (s,2H); 5,40 (d,1H); 6,35 (d,1H); 6,90 (d,1H); 7,35-7,60 (m,5H); 7,90 (d,1H); 8,40 (d,1H); 9,45 (s,1H); 9,90 (s,1H); 10,05 (d,1H).

I.R. : 3350, 1720, 1650, 1560, 1510, 1410, 1370, 1240, 1150, 1050, 1020, 700 cm^{-1}

Exemple 14 : (3R)3-amino-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-

[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-isonicotinamide

[(I_e) ; A = 2-amino-4-pyridyl ; B = -NR₂R₃ ; R₂ = R₃ = H]

Dans un réacteur on dissout 0,55 g (1,07 mmol) du (3R)3-t.butyloxycarbonylamino-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-isonicotinamide
 5 obtenus à l'exemple précédent dans 20,0 ml de dichlorométhane anhydre. On ajoute goutte à goutte sous agitation à 20-25 °C 4,27 g (37,5 mmol) d'acide trifluoroacétique pur. (d = 1,480). Après 30 minutes d'agitation à 20-25 °C on concentre par distillation sous vide et sur bain maris. le résidu est dissous dans 25 ml d'acétate d'éthyle, la solution est lavée par
 10 2 fois 10 ml de solution saturée en bicarbonate de sodium puis desséchée. Le solvant est éliminé par distillation sous vide et le résidu purifié par chromatographie rapide sur silice. L'élution par le dichlorométhane progressivement enrichi en méthanol permet d'obtenir 0,17 g de produit purifié conforme.

- Rdt = 38 % -Poudre cristallisée jaune - F = 215-230 °C - [α]_D = - 4,35 ° (c = 0,5, CH₂Cl₂)

15 Analyse conforme pour C₂₃H₂₀N₆O₂, (0.3 CH₂Cl₂), (0.8 H₂ O) - C.C.M. : S.A1; 0,55
 R.M.N. ¹Hδ(ppm) : 2,95-3,10 (m,1H); 3,20-3,35 (m,1H); 3,30-4,10 (m,2H); 3,85-4,00 (q,1H); 4,50-4,70 (t,1H); 5,55 (d,1H); 6,45 (s,1H); 6,85 (s,1H); 7,30-7,50 (m,4H); 7,50-7,65 (m,2H); 7,95 (d,1H); 8,05-8,25 (m,2H).

I.R. : 3300, 1640, 1580, 1480, 1370, 1230, 1050, 780, 700 cm⁻¹

20 **Exemple 15 :** (3R)3-acétylamino-N-(9-acétylamino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-isonicotinamide

[(I_{eb}) ; A = 2-acétylamino-4-pyridyl ; B = -NR₂R₃ ; R₂ = R₄ = -CO-CH₃ ; R₃ = H]

Dans un ballon protégé de l'humidité on introduit 0,130 g (0,315 mmol) de (3R)3-amino-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-
 25 isonicotinamide obtenu à l'exemple précédent, 1,3 ml de pyridine anhydre et 0,69 g (6,75 mmol) d'anhydride acétique.

Le mélange est agité 16 heures à 20-25 °C puis on ajoute 6,5 ml d'eau et poursuit l'agitation durant 5 heures, on extrait par deux fois 15 ml d'acétate d'éthyle, les phases organiques réunies sont lavées par une solution saturée en bicarbonate de sodium puis
 30 -séchées. L'acétate d'éthyle est éliminé par distillation puis le résidu est purifié par chromatographie rapide sur silice.

L'élution par le dichlorométhane progressivement enrichi en méthanol permet d'obtenir

0,050 g de produit purifié.

- Rdt = 32 % - Poudre amorphe jaune pâle

Analyse conforme pour $C_{27}H_{24}O_4N_6$ - C.C.M. : S.A1; 0,52

R.M.N. $^1H\delta$ (ppm) : 2,10 (s,3H); 2,15 (s,3H); 3,20-3,05 (m,1H); 3,25-3,45 (m,1H); 3,95
 5 (q, 1H); 4,60 (t,1H); 5,50 d,1H); 7,15 (s,1H); 7,35 (t,2H); 7,40 (t,1H); 7,45 (d,2H);
 7,55 (d,1H); 7,90 (s,1H); 8,30 (d,1H); 8,45 d,1H); 8,55 (s,1H); 9,75 (s,1H); 10,45
 (s,1H).

Exemple 16 : (3R)N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépinof[6,7,1-hilindol-3-yl])-3,5-dichloro-isonicotinamide

10 [(I_e) ; A = 3,5-dichloro-4-pyridyl ; B = -NR₂R₃ ; R₂ = R₃ = H]

Le composé est préparé selon le mode opératoire de l'exemple 2, à partir de l'amine intermédiaire 2 et de l'acide 3,5-dichloropyridine-4-carboxylique.

Le produit est purifié par chromatographie, l'élution étant réalisée par le mélange S.A8.

Le produit est finalement cristallisé dans un mélange acétate d'éthyle-hexane.

15 - Rdt = 32 % - Poudre jaune - F = 165-166 °C - $[\alpha]_D = + 175^\circ$ (c = 1, CH₂Cl₂)

Analyse conforme pour $C_{23}H_{17}Cl_2N_5O_2$, (0.4 AcOEt) - C.C.M. : S.A3; 0,60

R.M.N. $^1H\delta$ (ppm) : 3,00-3,15 (m,1H); 3,25-3,40 (m,1H); 3,70-3,85 (s,2H); 3,85-4,00
 (m,1H); 4,55-4,70 (m,1H); 5,60-5,70 (d,1H); 6,50 (s,1H); 6,85 (s,1H); 7,35-7,65 (m,5H);
 7,80-7,95 (d,1H); 8,60 (s,2H).

20 I.R. : 3320, 1660, 1560, 1370, 1230, 1200, 1090, 1030, 820, 700 cm⁻¹

Exemple 17 : (3R)pyrazine-2-carboxylique acide (9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépinof[6,7,1-hilindol-3-yl])-amide

[(I_e) ; A = 2-pyrazyl ; B = -NR₂R₃ ; R₂ = R₃ = H]

Composé préparé selon le mode opératoire de l'exemple 2 avec l'amine intermédiaire 2 et

25 l'acide pyrazine-2-carboxylique. Le produit est purifié par chromatographie rapide puis cristallisation dans l'hexane.

- Rdt = 59 % - Poudre jaune - F = 264 °C - $[\alpha]_D = + 67^\circ$ (c = 1, CH₂Cl₂)

Analyse conforme pour $C_{22}H_{18}N_6O_2$ - C.C.M. : S.A2; 0,40

R.M.N. $^1H\delta$ (ppm) : 2,95-3,10 (m,1H); 3,20-3,35 (m,1H); 3,80-3,95 (m,1H); 4,35-4,50
 30 (m,1H); 5,30-5,40 (m,3H); 6,40 (d,1H); 6,85 (d,1H); 7,40-7,55 (m,5H); 8,80-9,00
 (m,2H); 9,30 (s,1H); 9,40-9,50 (d,1H)

I.R. : 3350, 2900, 1670, 1500, 1370, 1170, 1040, 850, 690, 530 cm⁻¹

Exemple 18 : (3R)isoquinoline-3-carboxylique acide (9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-h]indol-3-yl)-amide

[(I_e) ; A = 3-isoquinolyl ; B = -NR₂R₃ ; R₂ = R₃ = H]

Composé préparé selon le mode opératoire de l'exemple 2 avec l'amine intermédiaire 2 et l'acide isoquinoline-3-carboxylique. Le produit purifié est obtenu par cristallisation et chromatographie rapide sur silice avec le mélange d'élution S.A8.

- Rdt = 55 % - Poudre jaune - F = > 282 °C - [α]_D = + 16 ° (c = 1, CH₂Cl₂)

Analyse conforme pour C₂₇H₂₁N₃O₂ - C.C.M. : S.A3; 0,80

R.M.N. ¹Hδ(ppm) : 3,00-3,10 (m,1H); 3,20-3,30 (m,1H); 3,80-3,90 (m,1H); 4,40-4,50 (m,1H); 5,30 (s,2H); 5,40 (d,1H); 6,40 (s,1H); 6,90 (s,1H); 7,40-7,55 (m,5H); 7,20-7,95 (m,2H); 8,20-8,35 (m,2H); 8,65 (s,1H); 9,5 (s,1H), 9,65 (s,1H)

I.R. : 3300, 3200, 1670, 1500, 1380, 1300, 1270, 1230, 1160, 940, 935, 850, 740, 700 cm⁻¹

Exemple 19 : (3R)quinoline-3-carboxylique acide (9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-h]indol-3-yl)-amide

[(I_e) ; A = 3-quinolyl ; B = -NR₂R₃ ; R₂ = R₃ = H]

Composé préparé selon le mode opératoire de l'exemple 2 avec l'amine intermédiaire 2 et l'acide quinoline-3-carboxylique. Le produit est purifié par chromatographie rapide sur silice en éluant par le dichlorométhane progressivement enrichi en méthanol.

- Rdt = 44 % - Poudre jaune - F = 277 °C - [α]_D = + 75,5 ° (c = 0,5, CH₂Cl₂)

Analyse conforme pour C₂₇H₂₁N₃O₂

R.M.N. ¹Hδ(ppm) : 3,00-3,15 (m,1H); 3,20-3,40 (m,1H); 4,3 (s,2H); 3,95 (q,1H); 4,60-4,70 (m,1H); 5,65 (d,1H); 6,50 (d,1H); 6,85 (m,1H); 7,55-7,30 (m,3H); 7,60 (d,2H); 7,65 (m,1H); 7,85 (m,1H); 7,95 (d,1H); 8,15 (d,1H); 8,25 (d,1H); 8,75 (d,1H); 9,45 (d,1H).

I.R. : 3300, 3200, 1650, 1620, 1500, 1480, 1240, 1220, 790, 760, 690 cm⁻¹

Exemple 20 : (3R)4,7-diméthyl-pyrazolo[5,1-c][1,2,4]triazine-3-carboxylique acide (9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-h]indol-3-yl)-amide

[(I_e) ; A = 4,7-diméthyl-pyrazolo[5,1-c][1,2,4]-3-triazinyl; B = -NR₂R₃ ; R₂ = R₃ = H]

Composé préparé selon le mode opératoire de l'exemple 2 et à partir de l'intermédiaire 2 de l'acide 4,7-diméthyl-pyrazolo[5,1-c][1,2,4]triazine-3-carboxylique. Le produit est purifié

par chromatographie rapide sur silice en éluant par le dichlorométhane progressivement enrichi en méthanol.

- Rdt = 40 % - Poudre jaune orangée- F = 168-170 °C -

Analyse conforme pour $C_{23}H_{22}N_2O_2$, (0.5 H₂O) - C.C.M. : S.A3; 0,60

5 R.M.N.¹Hδ(ppm):2,65 (s,3H); 3,00-3,15 (m,1H); 3,25-3,35 (m,1H); 3,30 (s,3H), 3,70-3,80 (m,2H); 3,95 (q,1H); 4,55-4,75 (m,1H); 5,65 (d,1H); 6,50 (d,1H); 6,85 (d,1H); 7,10 (s,1H); 7,35 -7,45 (m,3H); 7,60 (d,2H); 9,85 (d,1H).

I.R. : 3300, 1660, 1560, 1480, 1370, 1300, 1240, 1160, 850, 780, 700 cm⁻¹

Exemple 21 : (3R)4-amino-3,5-dichloro-N-(9-diméthylamino-4-oxo-1-phényl-

10 3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-benzamide

[(I_{ed}) ; A = 4-amino-3,5-dichlorophényl ; B = -NR₂R₃ ; R₂ = R₃ = CH₃]

Dans un réacteur de 250 ml on dissout 2,00 g (4,2 mmole) de (3R)4-amino-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-3,5-dichloro-benzamide (produit de l'exemple 4) dans 100 ml d'acétonitrile.

15 Sous agitation, à 20-25 °C on ajoute 3,43 ml de solution de formaldéhyde à 37 % (42 mmol) puis 0,80 g (12,5 mmol) de cyanoborohydrure de sodium et 0,50 ml d'acide acétique pur. On agite deux heures à température ambiante puis ajoute à nouveau 0,50 ml d'acide acétique, après quoi on agite 15 minutes puis précipite le mélange dans 350 ml d'éther éthylique.

20 Le précipité blanc qui se forme est filtré et écarté, le filtrat est extrait par deux fois 100 ml de solution NaOH N. La phase étherée est lavée par une solution saturée de NaCl puis déshydratée. L'éther éthylique est éliminé par distillation et le résidu purifié par chromatographie rapide sur silice. L'élution par le dichlorométhane progressivement enrichi en acétone conduit à récupérer 0,80 g de produit purifié qui sont concrétisés dans un

25 mélange éther éthylique/heptane. Le produit est filtré puis séché. Poids 0,75 g.

- Rdt = 35 % - Poudre jaune orangée- F = 174-176 °C -

Analyse conforme pour $C_{26}H_{23}Cl_2N_3O_2$, (0.3 H₂O) - C.C.M. : S.A3; 0,75

R.M.N.¹Hδ(ppm) : 2,90 (s,6H); 3,00-3,15 (m,1H); 3,25-3,40 (m,1H); 3,95 (q,1H); 4,65 (t,1H); 4,85 (s,2H); 5,60 (d,1H); 6,45 (d,1H); 6,95 (s,1H); 7,35 (t,2H); 7,40-7,50

30 (m,1H); 7,60 (d,2H); 7,80-7,95 (m,3H).

I.R. : 3300, 1650, 1610, 1470, 1370, 1270, 1220, 1120, 780, 700 cm⁻¹

Exemple 22 : (3R)4-amino-3,5-dichloro-N-(4-oxo-1-phényl-9-pyrrolidin-1-yl-

3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-benzamide

[(I_{ee}) ; A = 4-amino-3,5-dichloro-phényl ; B = -NR₂R₃ ; R₂-R₃ = -(CH₂)₄-]

Dans un ballon de 250ml on dissout 3,00g (6,0 mmol) de (3R)4-amino-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-3,5-dichloro-benzamide
 5 (produit de l'exemple 4) dans 100 ml d'acétonitrile. On ajoute 1,48g (6,9 mmol) de 1,4-dibromobutane et porte au reflux sous agitation durant 16 heures. L'acétonitrile est éliminé par distillation sous vide, le résidu repris par 250 ml d'eau et alcalinisé par de la lessive de soude. Le mélange est extrait par 3 fois 100 ml de dichlorométhane, les phases organiques réunies sont lavées puis séchées et le solvant est éliminé par distillation. Le
 10 résidu est purifié par chromatographie rapide sur colonne de silice en éluant par de dichlorométhane progressivement enrichi en acétone. Poids : 0,75g. Rdt = 7,5 %.

Analyse conforme pour C₂₈H₂₅Cl₂N₃O₂ - C.C.M. : S.A6; 0,85

R.M.N. ¹Hδ(ppm) : 1,90-2,05 (m,4H); 3,00-3,10 (m,1H); 3,15-3,25 (m,4H); 3,25-3,40 (m,1H); 3,95 (q,1H); 4,60 (t,1H); 4,80 (s,2H); 5,50 (d,1H); 6,25 (s,1H); 6,75 (s,1H);
 15 7,30-7,50 (m,3H); 7,60 (d,2H); 7,80-7,95 (m,3H).

I.R. : 3300, 1650, 1610, 1470, 1380, 1270, 890, 780, 700 cm⁻¹

Exemple 23 : (3R)4-amino-3,5-dichloro-N-(4-oxo-1-phényl-9-morpholin-1-yl)-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-benzamide

[(I_{ee}) ; A = 4-amino-3,5-dichloro-phényl ; B = -NR₂R₃ ; R₂-R₃ = -(CH₂)₂-O-(CH₂)₂-]

20 Le composé est préparé selon le mode opératoire de l'exemple 22 précédent à partir de 1,0g (2,1 mmol) de (3R)4-amino-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-3,5-dichloro-benzamide (produit de l'exemple 4) dans 35 ml d'acétonitrile et 0,67 g (3,1 mmol) de 2-dibromoéthyl éther. le produit est purifié par chromatographie rapide. C.C.M : SA6; 0,55.

25 R.M.N. ¹Hδ(ppm) : 2,90-3,10 (m,5H); 3,20-3,35 (m,1H); 3,70-3,80 (m,4H); 3,90 (q,1H); 4,60 (t,1H); 4,75 (s,2H); 5,50 (d,1H); 6,60 (s,1H); 7,05 (s,1H); 7,30-7,45 (m,3H); 7,50 (d,2H); 7,75 (d,1H); 7,80 (s,2H).

Exemple 24 : (3R)4-amino-3,5-dichloro-N-(9-guanidino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-benzamide

30 [(I_{ea}) ; A = 4-amino-3,5-dichloro-phényl ; B = -NR₂R₃ ; R₂ = -C(NH) NH₂ R₃ = H]

Dans un réacteur de 250 ml on introduit 2,02 g (4,2 mmol) de (3R)4-amino-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-3,5-dichloro-benzamide

- 44 -

en solution dans 50 ml de dichlorométhane. On ajoute 5 ml d'éther chlorhydrique 4N puis évapore les solvants sous vide.

Le résidu est repris sous agitation par 150 ml d'acétonitrile et sous agitation à 20-25 °C on ajoute 0,192 g (4,6 mmol) de cyanamide. Sous agitation la suspension est chauffée et maintenue au reflux durant 41 heures. Après refroidissement à environ 10 °C l'insoluble est filtré, repris par 25 ml d'eau. Le mélange est alcalinisé par de la lessive de soude 10 N et extrait par 2 fois 50 ml de dichlorométhane. Les phases organiques réunies sont lavées, séchées puis le solvant est éliminé par distillation. Le produit brut (1,0 g) est purifié par chromatographie rapide sur silice. L'élution par un mélange de dichlorométhane et de méthanol ammoniacal à 10 % en proportion 50-50 permet de purifier le produit attendu.

Poids = 0,27 g

- Rdt = 13 % - Poudre jaune pâle - F = > 220 °C

Analyse conforme pour $C_{23}H_{21}Cl_2N_7O_2$, (4 H₂O) - C.C.M. : S.C; 0,20

R.M.N. ¹Hδ(ppm) : 3,00-3,15 (m, 1H) ; 3,20-3,35 (m, 1H) ; 3,90 (q, 1H) ; 4,45 (t, 1H) ; 5,45 (d, 1H) ; 6,80 (s, 1H) ; 7,30 (s, 1H) ; 7,40 (t, 2H) ; 7,45-7,60 (m, 3H) ; 8,00 (s, 2H) 8,65 (s, 2H) ; 9,55 (d, 1H).

Exemple 25 : (3R)-N-(9-Acétylamino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-4-amino-3,5-dichloro-benzamide

[(I_{eb}) ; A = 4-amino-3,5-dichloro-phényl ; B = -NR₂R₃ ; R₂ = R₄ = -C(O)CH₃ ; R₃ = H]

Dans un ballon de 25 ml on introduit 2,50 g (3,12 mmol) de (3R)4-amino-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-3,5-dichloro-benzamide en solution dans 12,85 ml de pyridine anhydre puis on ajoute 6,70 g soit 6,2 ml (6,56 mmol) d'anhydride acétique. la solution est agitée durant 16 heures à 20-25 °C puis on y ajoute 65 ml d'eau et laisse agiter 4 heures à température ambiante. Après quoi le mélange est extrait par 3 fois 75 ml d'acétate d'éthyle, les phases organiques réunies sont lavées par une solution saturée en bicarbonate de sodium puis séchées et évaporées sous vide. Le résidu est purifié par chromatographie rapide sur colonne de silice en éluant par du dichlorométhane progressivement enrichi en méthanol. Le résidu purifié d'un poids de 2,0 g est repris par l'acétate d'éthyle et lavé par HCl puis à l'eau pour éliminer la pyridine résiduelle.

Poids : 0,70 g - Rdt = 43 % - F = 192 °C -

Analyse conforme pour $C_{26}H_{21}Cl_2N_5O_3$, (0,6 H₂O) - C.C.M. : S.A1; 0,75

- 45 -

R.M.N. $^1\text{H}\delta$ (ppm) : 2,10 (s,3H); 3,00-3,15 (m,1H) ; 3,20-3,35 (m,1H); 3,95 (q,1H); 4,60 (t,1H); 4,85 (s,2H); 5,35 (d,1H); 7,00 (s,1H); 7,25-7,50 (m,5H); 7,80 (s,2H); 7,85 (d,1H); 7,95 (s,1H) 8,35 (s,1H)

I.R. : 3300, 1660, 1610, 1540, 1470, 1370, 1270, 780, 700 cm^{-1}

- 5 Exemple 26 : (3R)4-amino-3,5-dichloro-N-(9-{2-[2-(2-méthoxy-éthoxy)éthoxy]-acétylamino}-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-benzamide

[(I_{eb}) ; A = 4-amino-3,5-dichloro-phényl ; B = -NR₂R₃ ; R₂ = R₄ = CH₃ -(O-CH₂-CH₂)₂-O-CH₂-CO; R₃ = H]

- 10 Le composé est préparé selon de mode opératoire de l'exemple 2 à partir de (3R)4-amino-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-3,5-dichloro-benzamide (produit de l'exemple 4) et d'acide 3,6,9-trioxodecanoïque.

Le produit est purifié par chromatographie rapide sur silice en éluant par du dichlorométhane progressivement enrichi en acétone.

- 15 - Rdt = 45 % - Poudre blanche - F = 105-107 °C -

Analyse conforme pour C₃₁H₃₁Cl₂N₃O₆ , (0.55 H₂O) - C.C.M. : S.A6; 0,25

R.M.N. $^1\text{H}\delta$ (ppm) : 3,05-3,20 (m,1H); 3,25 (s,3H); 3,30-3,40 (m,3H); 3,45-3,60 (m,2H); 3,60-3,80 (m,4H); 4,00 (q,1H); 4,10 (d,2H); 4,65 (t,1H); 4,85 (s,2H); 6,45 (d,1H); 7,20 (d,1H); 7,30-7,45 (m,2H); 7,45-7,50 (m,1H); 7,55 (dd,2H); 7,80-7,90 (m,3H); 8,10

- 20 (s,1H); 8,95 (s,1H).

I.R. : 3250, 2850, 1670, 1610, 1520, 1460, 1370, 1270, 1100, 780 cm^{-1}

- Exemple 27 : (3R)(2-{2-[3-(4-amino-3,5-dichloro-benzoylamino)-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-9-ylcarbomoylméthoxy]éthoxy}-éthoxy)-acétique acide

- 25 [(I_{eb}) ; A = 4-amino-3,5-dichloro-phényl ; B = -NR₂R₃ ; R₂ = R₄ = HOOC-CH₂-(O-CH₂-CH₂)₂-O-CH₂-CO; R₃ = H]

Le composé est préparé selon l'exemple 23 précédent avec l'acide 3,6,9-trioxaundécanedioïque. Le produit est purifié par chromatographie suivie d'une concrétisation dans l'éther diéthylique.

- 30 - Rdt = 30 % - Poudre jaune pâle - F = > 230 °C -

Analyse conforme pour C₃₂H₃₁Cl₂N₃O₈ , (1 H₂O) - C.C.M. : S.C;

R.M.N. $^1\text{H}\delta$ (ppm) : 3,05-3,20 (m,1H); 3,35-3,45 (m,1H); 3,45-3,65 (m,9H); 3,70

- 46 -

(s,2H); 3,90 (q,1H); 4,10 (s,2H); 4,40 (t,1H); 5,45 (d,1H); 6,65 (s,2H); 7,40-7,60 (m,6H); 7,95 (s,1H); 8,00 (s,2H); 9,55 (d,1H); 10,15 (s,1H);

I.R. : 3250, 1610, 1520, 1460, 1370, 1270, 1100, 780, 700 cm^{-1}

Exemple 28 : (3R)hexadecanoïque acide [3-(4-amino-3,5-dichloro-benzoylamino)-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-9-yl)amide

[(I_{eb}) ; A = 4-amino-3,5-dichloro-phényl ; B = -NR₂R₃ ; R₂ = R₄ = CH₃-(CH₂)₁₄-CO ; R₃ = H]

Dans un ballon de 25 ml, sous atmosphère d'azote on dissout 1,00 g (2,1 mmol) de (3R)4-amino-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-3,5-dichloro-benzamide (produit de l'exemple 4) dans 10,0 ml de pyridine anhydre. On ajoute ensuite à 20-25 °C 0,63 g (2,3 mmol) de chlorure de l'acide hexadécanoïque (ou chlorure de palmitoyle). La solution est maintenue sous agitation à 20-25 °C durant 2 h 30 puis concentré sous vide. Le résidu est repris par 50 ml de mélange dichlorométhane-éther diéthylique 1-1 (v/v). La phase organique est lavée par 3 fois 25 ml de solution HClN puis successivement 3 fois 25 ml de solution NaOH 10 % et 3 fois 25 ml d'eau, après quoi elle est séchée et les solvants éliminés par distillation.

Le résidu est concrétisé dans l'heptane, filtré puis séché. Poids : 0,90 g

- Rdt = 60 % - Poudre blanche - F = 130 °C -

20 Analyse conforme pour C₄₀H₄₉Cl₂N₃O₃ - C.C.M. : S.A; 0,85

R.M.N. ¹Hδ (ppm) : 0,85 (t,3H); 1,25 (s, 24H); 1,50-1,70 (m,2H); 2,25 (t,2H); 3,05-3,15 (m,1H); 3,20-3,35 (m,1H); 3,95 (q,1H); 4,60 (t,1H); 4,85 (s,2H); 5,35 (d,1H); 7,00 (s,1H); 7,25-7,35 (m,2H); 7,40 (d,1H); 7,45 (d,2H); 7,75-7,90 (m,3H); 7,95 (d,2H).

I.R. : 3250, 2900, 2800, 1660, 1610, 1530, 1460, 1370, 1270, 1230, 1120, 880, 780 cm^{-1}

25

Exemple 29 : (3R)isoquinoline-3-carboxylique acide(9-acétylamino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-9-yl)-amide

[(I_{eb}) ; A = 3-isoquinolyl ; B = -NR₂R₃ ; R₂ = R₄ = CH₃-CO ; R₃ = H]

Dans un ballon de 50 ml sous atmosphère d'azote on dissout 0,45 g (1,0 mmol) de (3R)isoquinoline-3-acide carboxylique (9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-amide (produit de l'exemple 18) dans 10,0 ml de pyridine anhydre. On ajoute 3,0 ml (30 mmol) d'anhydride acétique, agite le mélange à 20-

30

25 °C durant 30 minutes, puis précipite le milieu dans 100 ml d'eau glacée.

La solution est extraite par le dichlorométhane, la phase organique lavée à l'eau, desséchée, puis les solvants éliminés par distillation sous vide. Le résidu est repris par 100 ml d'éther éthylique et agité à 10 °C durant 30 minutes. le précipité est filtré et séché. Poids : 0,40

5 g. Rdt = 82 % - Poudre blanche - F = 280 °C

Analyse conforme pour $C_{29}H_{23}N_3O_3$ - C.C.M. : S.A; 0,20

R.M.N. $^1H\delta$ (ppm) : 2,10 (s,3H); 3,00-3,10 (m,1H); 3,20-3,30 (m,1H); 3,85-3,95 (m,1H); 4,50-4,60 (m,1H); 5,50 (d,1H); 7,10 (s,1H); 7,20-7,40 (m,4H); 7,50 (d,1H); 7,70-7,80 (m,2H); 7,95 (s,1H); 8,00 (d,1H); 8,10 (d,1H); 8,60 (s,1H); 8,75 (s, 1H); 9,30 (s,1H);

10 9,8 (d,1H)

I.R. : 3300, 1650, 1490, 1380, 1250, 1160, 1050, 980, 860, 770, 750, 695 cm^{-1}

Exemple 30 : (3R)N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépinof[6,7,1-hi]indol-3-yl)-2-benzofuranecarboxamide

[(I_e) ; A = 2-benzofuranecarboxyl ; B = -NR₂R₃ ; R₂ = R₃ = H]

15 Préparation selon le mode opératoire de l'exemple 10 avec l'amine intermédiaire 2 et l'acide benzofurane-2-carboxylique. Après purification par chromatographie en éluant par le dichlorométhane progressivement enrichi en acétone, puis évaporation des solvants le produit est obtenu sous forme d'une poudre amorphe.

- Rdt = 22 % - Poudre jaune pâle - F = > 260 °C -

20 Analyse conforme pour $C_{26}H_{20}N_4O_3$ (0.25 H₂O) - C.C.M. : S.A10; 0,60

R.M.N. $^1H\delta$ (ppm) : 3,00-3,15 (m,1H); 3,20-3,40 (m,1H); 3,50-4,00 (m,2H); 3,95 (q,1H); 4,65 (t,1H); 5,65 (d,1H); 6,50 (s,1H); 6,85 (s,1H); 7,30 (t,1H); 7,35-7,40 (m,2H); 7,42-7,50 (m,2H); 7,55 (s,1H); 7,60 (d,3H); 7,70 (d,1H); 8,45 (d,1H)

I.R. : 3200, 1650, 1590, 1470, 1440, 1370, 1270, 1170, 840, 750, 690 cm^{-1}

25 Exemple 31 : (3R)N-[4-oxo-1-phényl-9-(pyrrolidin-1-yl)-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépinof[6,7,1-hi]indol-3-yl]-isonicotinamide

[(I_{ee}) ; A = 4-pyridyl ; B = -NR₂R₃ ; R₂ - R₃ = -(CH₂)₄-]

Dans un réacteur protégé de l'humidité on dissout dans 24,0 ml de pyridine anhydre 1,20g (3,46 mmol) de(3R)-3-amino-1-phényl-9-(pyrrolidin-1-yl)6,7-dihydro-3H-[1,4]diazépinof[6,7,1-hi]indol-4-one (IIf) intermédiaire 4. On ajoute à la solution à une température <

30 à 0°C, 0,92 g (5,17 mmol) du chlorhydrate du chlorure d'acide isonicotinique. La suspension est maintenue 48 heures sous agitation à 20 - 25°C sous atmosphère d'azote.

On ajoute ensuite 10 ml d'eau et 10 ml de dichlorométhane. La phase organique est séparée, la phase aqueuse extraite à nouveau par le dichlorométhane. Les phases organiques sont réunies, lavées par de l'eau puis séchées. Après évaporation des solvants le résidu est purifié par chromatographie rapide sur colonne de silice. L'élution par le dichlorométhane progressivement enrichi en méthanol permet d'obtenir, après élimination des solvants, le produit à l'état de pureté sous forme de poudre amorphe jaune.

Poids : 0,30 g - Rdt = 19,2% - F = 273 °C - C.C.M. : S.A10; 0,50

R.M.N. $^1\text{H}\delta$ (ppm) : 2,00 (m,4H); 3,00 (m,1H); 3,20 (m,4H); 3,30 (m,1H); 3,90 (q,1H); 4,55 (q,1H); 5,50 (d,1H); 6,25 (s,1H); 6,70 (s,1H); 7,20-7,50 (m,3H); 7,60 (t,2H); 7,70 (d,2H); 8,00 (d,2H); 8,75 (d,2H).

I.R. : 3040, 1640, 1480, 1380, 1240, 1160, 1060, 1020, 900, 880, 840, 700, 600 cm^{-1}

Exemple 32 : (3R)4,7-diméthyl-pyrazolo[5,1-c][1,2,4]triazine-3-carboxylique acide [4-oxo-1-phényl-9-(pyrrolidin-1-yl)-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl]-amide

[(I_{ee}):A = 4,7-diméthyl-pyrazolo[5,1-c][1,2,4]-3-triazinyl; B = -NR₂R₃; R₂ - R₃ = (CH₂)₄-] Composé préparé selon le mode opératoire de l'exemple 2 et à partir de l'intermédiaire 4 de l'acide 4,7-diméthyl-pyrazolo[5,1-c][1,2,4]triazine-3-carboxylique. Le produit est purifié par chromatographie rapide sur silice en éluant par le dichlorométhane progressivement enrichi en méthanol.

Rdt = 20 % - Poudre amorphe jaune - F = > 300°C - C.C.M. : S.A8; 0,20

R.M.N. $^1\text{H}\delta$ (ppm): 2,10 (m,4H); 2,60 (s,3H); 3,00 (m,1H); 3,15 (s,4H); 3,25 (s,3H); 3,30 (s,1H); 3,90 (q,1H); 4,60 (m,1H); 5,60 (d,1H); 6,25 (s,1H); 6,70 (s,1H); 7,00 (s,2H); 7,35 (m,3H); 7,60 (d,2H); 9,80 (d,1H).

I.R. : 1660, 1560, 1450, 1360, 1240, 700 cm^{-1}

Partie biologique

- Activité inhibitrice de phosphodiesterase

La capacité des composés de formule (I) de l'invention à inhiber les phosphodiesterases des nucléotides cycliques est évaluée par la mesure de leur CI₅₀ (concentration nécessaire pour inhiber 50 % de l'activité enzymatique). Dans le cas des PDE4, cette valeur est comparée à la CI₅₀ du rolipram, inhibiteur spécifique de PDE4, par le rapport CI₅₀ du rolipram sur CI₅₀ du produit à tester vis-à-vis de la même préparation enzymatique.

Les différents types de phosphodiesterases sont obtenus partiellement purifiés sur colonne de DEAE-cellulose à partir de trachée de cobaye et d'aorte de chien selon une méthode adaptée de W.J. Thompson et al., 1979, *Advances in Cyclic Nucleotide Research*, Vol. 10 : 69-92, ed. G. Brooker et al. Raven Press, New York, et de P.J. Silver et al., 1988, *Eur. J. Pharmacol.* **150** : 85-94, et à partir de la lignée cellulaire d'origine humaine U937, selon une méthode adaptée de T.J. Torphy *et al.*, 1992, *J. Pharm. Exp. Ther.* **263** : 1195 - 1205. Puis la mesure de l'activité enzymatique des différents types de PDE, et en particulier des PDE4, est faite selon une méthode également adaptée de W.J. Thompson, *Ibidem*.

Pour la détermination de la CI_{50} , l'activité enzymatique est mesurée en présence de l'inhibiteur dans une gamme de concentrations de 0,1 à 100 μ M.

Le tableau suivant illustre l'activité inhibitrice de PDE4 comparativement à celle du rolipram sur une préparation d'enzyme obtenue à partir de la lignée U937.

Ex.	CI_{50} rolipram CI_{50} exemple	Ex.	CI_{50} rolipram CI_{50} exemple
1	1,9	18	11,0
4	33,0	19	1,4
8	3,4	20	1,1
12A	2,0	21	3,3
12A (sel)	5,7	30	15,0
13	1,6	32	4,0

L'examen des résultats du tableau précédent montre que les produits de l'invention testés dans l'essai inhibent généralement l'enzyme PDE4 d'origine humaine plus efficacement que le rolipram, et dans certains cas sont environ 30 fois plus actifs que le rolipram.

Par ailleurs des essais réalisés sur des PDE de différents types, purifiées à partir de trachée de cobaye ou d'aorte de chien, montrent que les valeurs de CI_{50} obtenues avec les produits de l'invention vis-à-vis des PDE de type III et de type I et V sont beaucoup plus élevées que celles mesurées pour les PDE de type IV.

Ces résultats sont probants d'une activité inhibitrice puissante et sélective, pour les produits

de l'invention, sur les PDE4.

- Activité anti-inflammatoire et anti-allergique in vivo

Les effets des produits de l'invention ont été étudiés chez le cobaye dans un modèle d'infiltration d'éosinophiles induite par une stimulation antigénique ou par l'exposition à un aérosol de PAF selon une méthodologie décrite par Lagente V. *et al.*, (1994) Br. J. Pharmacol. 112, 83P.

L'administration de produits des Exemples (1 - 30 mg/kg p.o.) diminue significativement le nombre d'éosinophiles dans le liquide de lavage broncho-alvéolaire.

L'administration de produits de l'invention diminue également les réponses inflammatoires induites par l'instillation intratrachéale d'IL-5 chez le cobaye.

Ces résultats démontrent l'activité anti-inflammatoire et/ou immuno-suppressive des produits de l'invention. Les produits de l'invention seront donc particulièrement utiles pour le traitement ou la prévention :

- des pathologies allergiques, et notamment l'asthme, la dermatite atopique ;
- des pathologies inflammatoires notamment au niveau de la bronche, mais aussi la polyarthrite rhumatoïde, et également les affections intestinales inflammatoires (rectocolite hémorragique et maladie de Crohn) ;
- y compris lorsqu'il existe une composante auto-immune.

20 Partie galénique

Les produits de l'invention sont administrés sous forme de compositions appropriées à la nature et à l'importance de l'affection à traiter. La posologie journalière chez l'homme est habituellement comprise entre 2 mg et 1 g de produit qui peut être absorbé en une ou plusieurs prises. Les compositions sont préparées sous des formes compatibles avec la voie d'administration envisagée, comme par exemple les comprimés, dragées, capsules, collutoires, aérosols, poudres pour inhalation, suppositoires, gels ou suspensions. Ces compositions sont préparées par des méthodes courantes pour l'homme de l'art et comprennent de 0,5 à 60 % en poids de principe actif (composé de formule I) et 40 à 99,5 % en poids de véhicule pharmaceutique approprié et compatible avec le principe actif et la forme physique de la composition envisagée. A titre d'exemple, on présente la composition et la préparation de comprimés contenant un composé de l'invention :

Substance active de formule (I)	1 à 75 mg
---------------------------------	-----------

- 51 -

	Lactose	124 à 74 m g
	Cellulose microcristalline	36 à 60 mg
	Polyvinylpyrrolidone	6 mg
	Carboxyméthylamidon sodique	8 mg
5	Stéarate de magnésium	1 mg

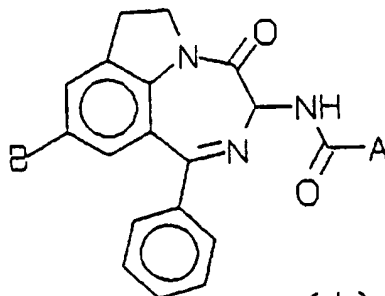
Mélanger la substance active, le lactose, la cellulose microcristalline et le carboxyméthylamidon. Mouiller et granuler à l'aide d'une solution aqueuse ou alcoolique de polyvinylpyrrolidone de concentration adaptée. Sécher et calibrer le granulé. Mélanger de façon homogène le stéarate de magnésium. Comprimer à raison de 200 mg par

10 comprimé.

Revendications

1.) L'invention vise les diazépino-indoles de formule (I)

5



10

(I)

dans laquelle :

- A est aryle, hétéroaryle azoté, chacun éventuellement substitué par un à trois groupes indépendamment choisis parmi halogène, alkyle inférieur, haloalkyle, alkoxy inférieur, cycloalkyloxy, amino, alkyloxycarbonylamino inférieur ou alkylcarbonylamino inférieur;

15 - B est :

1°) $-OR_1$, R_1 étant -H ou R_4 ,

2°) $-NR_2R_3$, R_2 étant $-C(NH)NH_2$, et R_3 étant -H,

3°) $-NR_2R_3$, R_2 étant R_4 , et R_3 étant -H,

4°) $-NR_2R_3$, R_2 et R_3 étant indépendamment -H ou alkyle inférieur, ou

20 5°) $-N-R_2-R_3$, R_2 et R_3 formant, ensemble avec l'atome azote auquel ils sont reliés, un hétérocycle saturé de cinq à sept chaînons pouvant comprendre, comme second hétéroatome non relié directement à l'atome d'azote, un oxygène, un soufre, ou un azote;

- R_4 est :

1°) $-CH_2-CO_2H$,

25 2°) $-CO-(CH_2)_p-CO_2H$,

3°) $-CO-A$, où A est à la définition indiquée ci-dessus,

4°) $-CO-CH = CH-CO_2H$,

5°) $-CO-(CH_2)_n-CH_3$, n étant un entier égal ou supérieur à 0 et inférieur ou égal à 18,

6°) $-CO-(CH_2-O-CH_2)_p-CH_2-O-CH_3$,

30 7°) $-CO-(CH_2-O-CH_2)_p-CO_2H$,

8°) $-(CH_2)_p-NR_5R_6$, R_5 et R_6 étant indépendamment -H ou alkyle inférieur, ou

9°) $-(CH_2)_p-N-R_5-R_6$, R_5 et R_6 formant, ensemble avec l'atome d'azote auquel ils sont

reliés, un hétérocycle saturé de cinq à sept chaînons pouvant comprendre, comme second hétéroatome non relié directement à l'atome d'azote, un oxygène, un soufre, ou un azote ;

- p est un entier égal à 2, 3, ou 4 ;

leurs formes racémiques et leurs isomères de configuration déterminée notamment par le
 5 carbone 3 du noyau diazépino-indol-4-one,
 ainsi que leurs sels pharmaceutiquement acceptables.

2.) Diazépino-indoles de formule (I) selon la revendication 1 caractérisés en ce que leur configuration absolue est R selon la règle de Cahn-Ingold-Prelog, considéré l'atome de
 10 carbone asymétrique en position alpha par rapport au carbonyle du cycle diazépine,

3.) Diazépino-indoles de formule (I) selon les revendications 1 et 2 caractérisés en ce que B est OR₁ ou NR₂R₃ où R₁R₂R₃ sont hydrogènes,

15 4.) Diazépino-indoles de formule (I) selon l'une des revendications 1 à 3 dans laquelle A est aryle substitué par un à 3 groupes indépendamment choisi parmi halogène, amino, alkoxy inférieur,

5.) Diazépino-indoles de formule (I) selon l'une des revendications 1 à 3 dans laquelle
 20 A est hétéroaryle azoté monocyclique comprenant de 1 à 2 atomes d'azote ou bicyclique comprenant de 1 à 4 atomes d'azote,

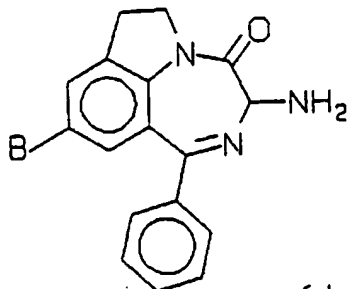
6.) Diazépino-indoles de formule (I) selon la revendication 5 dans laquelle A est hétéroaryle substitué par des groupements amino, alkyles inférieurs, alkylcarbonylamino
 25 ou alkyloxycarbonylamino inférieurs,

7.) Composés (I) selon les revendications 1 à 3 caractérisés en ce qu'ils sont :
 - le (3R)Isoquinoline-3-acide carboxylique (9-hydroxy-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-amide
 30 - le (3R)4-t-butyloxycarbonylamino-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-benzamide
 - le (3R)4-amino-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-

- hi]indol-3-yl)-3,5-dichloro-benzamide
- le (3R)4-amino-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-5-chloro-2-méthoxy-benzamide
- 5 - le (3R)N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-isonicotinamide
- le (3R)3-t.butyloxycarbonylamino-N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-isonicotinamide et son sel d'addition avec l'acide sulfurique
- 10 - le (3R)isoquinoline-3-acide carboxylique (9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-amide
- le (3R)quinoline-3-acide carboxylique (9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-amide
 - le (3R)4,7-diméthyl-pyrazolo[5,1-c][1,2,4]triazine-3-acide carboxylique (9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-amide
- 15 - le (3R)4-amino-3,5-dichloro-N-(9-diméthylamino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-benzamide
- le (3R)N-(9-amino-4-oxo-1-phényl-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl)-2-benzofuranecarboxamide,
- 20 - le (3R)4,7-diméthyl-pyrazolo[5,1-c][1,2,4]triazine-3-carboxyliqueacide [4-oxo-1-phényl-9-(pyrrolidin-1-yl)-3,4,6,7-tétrahydro-[1,4]diazépino[6,7,1-hi]indol-3-yl]-amide,

8.) Amino-diazépino-indoles intermédiaires de préparation des composés de l'invention répondant à la formule (II)

25



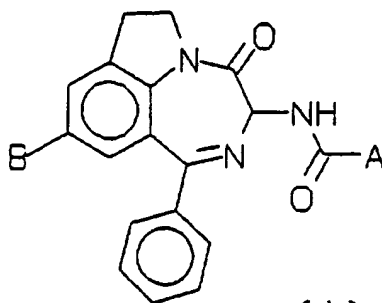
30

(II)

dans laquelle B est OR₁ ou NR₂R₃, R₁, R₂, R₃ étant hydrogènes,

9.) Procédé de préparation des composés (I)

5



(I)

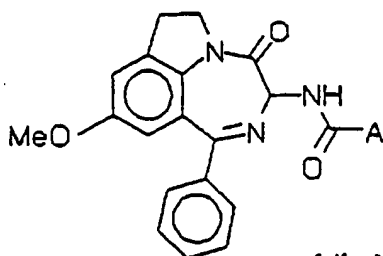
suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste :

- 10 a) pour obtenir les composés (I_b), de formule (I) dans laquelle B est un groupe -OH,
 - à acyler un amino-diazépino-indole (II_b), de formule (II) dans laquelle B est un
 groupe -OH, par un réactif (III) de formule Z-CO-A, dans laquelle A est aryle, hétéroaryle
 azoté, chacun éventuellement substitué par un à trois groupes indépendamment choisis
 parmi halogène, alkyle inférieur, haloalkyle inférieur, alkoxy inférieur, cycloalkyloxy,
 15 amino, alkyloxycarbonylamino inférieur ou alkylcarbonylamino inférieur,

et Z représente un halogène, un groupe hydroxy, un groupe azido, un groupe
 imidazol-1-yle, un groupe -O-CO-Z₁, Z₁ pouvant être, outre A, un radical alkyle ou alkoxy
 encombré comportant de 3 à 6 atomes de carbone, ou encore Z peut être un groupe O-Z₂,
 Z₂ étant un groupe aromatique comportant un ou deux cycles substitués par un ou plusieurs
 20 radicaux nitro ou halogènes, ou

- à O- déméthyliser en position 9 du noyau diazépino-indole un composé intermédiaire
 (I'_c) de formule

25



(I'c)

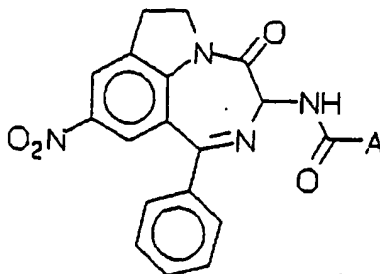
par un halogénure de bore ou d'aluminium, ou

- 30 - à diazoter dans un premier temps un composé (I_c), de formule (I) dans laquelle
 B est un groupe -NH₂, puis à hydrolyser dans un second temps le sel de diazonium
 intermédiaire, et

b) pour obtenir les composés (I_e) de l'invention, de formule (I) dans laquelle B est un groupe $-NH_2$,

- à acyler un composé (II_e), de formule (II) dans laquelle B est un groupe $-NH_2$, par le réactif (III) défini en a) de la présente revendication, ou

5 - à réduire le radical nitro d'un composé intermédiaire ($I'd$) de formule



(I'd)

par l'action d'un métal tel que Zn ou Sn en milieu acide, ou celle d'un chlorure ou sulfure métallique tel que $TiCl_3$ ou Na_2S , et

c) pour obtenir les composés (I_{bb}) de l'invention, de formule (I) dans laquelle B est un

15 groupe $-O-CO-V$; V étant un groupe choisi parmi :

- A, tel que défini au a) de la présente revendication,

- $(CH_2)_p-CO_2H$, où p est un entier égal à 2, 3 ou 4,

- $CH = CH-CO_2H$,

- $(CH_2)_n-CH_3$, où n est un entier égal ou supérieur à 0 et inférieur ou égal à 18,

20 - $(CH_2-O-CH_2)_p-CH_2-O-CH_3$, où p est un entier égal à 2, 3 ou 4, ou

- $(CH_2-O-CH_2)_p-CO_2H$, où p est un entier égal à 2, 3 ou 4,

à estérifier un composé (I_b), défini en a), par un réactif (III') de formule $V-CO-Z$, dans laquelle Z a la signification définie en a) de la présente revendication, et

d) pour obtenir les composés (I_{bc}) de l'invention, de formule (I) dans laquelle B est un

25 groupe $-O-R_4$, R_4 étant un groupe choisi parmi :

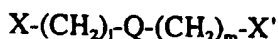
- CH_2-CO_2H ,

- $(CH_2)_p-NR_5R_6$, où R_5 et R_6 sont indépendamment -H ou alkyle inférieur, ou

- $(CH_2)_p-N-R_5-R_6$, où R_5 et R_6 forment ensemble avec l'atome d'azote auquel ils sont reliés un hétérocycle,

30 à faire réagir un composé (I_b), défini en a), avec une base forte telle qu'un hydruure de métal alcalin pour former un phénate, lequel est mis à réagir avec un halogénure XR_4 , et

- e) pour obtenir les composés (I_{ea}) de l'invention, de formule (I) dans laquelle B est un groupe $-NH-C(NH)-NH_2$,
à faire réagir un composé (I_e), défini en b), avec un agent de guanylation tel que le cyanamide, et
- 5 f) pour obtenir les composés (I_{eb}) de l'invention, de formule (I) dans laquelle B est un groupe $-NH-CO-V$, V ayant la signification définie en c) de la présente revendication, à amidifier un composé (I_e), défini en b), par le réactif (III') : $V-CO-Z$ défini en c) de la présente revendication, et
- g) pour obtenir les composés (I_{ec}) de l'invention, de formule (I) dans laquelle B est un
10 groupe $-NH-R_2$, R_2 étant alkyle inférieur ou un groupe R_4 tel que défini en d) de la présente revendication,
à faire réagir un composé (I_e), défini en b), en présence d'une base forte avec un halogénure d'alkyle XR_2 , et
- h) pour obtenir les composés (I_{ed}) de l'invention, de formule (I) dans laquelle B est un
15 groupe $-NR_2R_3$, R_2 et R_3 étant alkyles inférieurs,
à pratiquer l'alkylation réductive d'un composé (I_{ec}), défini en g) de la présente revendication, par un aldéhyde R'_3CHO dans lequel R'_3 est l'homologue immédiatement inférieur de R_3 , et
- i) pour obtenir les composés (I_{ee}) de l'invention, de formule (I) dans laquelle B est un
20 groupe $-N-R_2-R_3$, R_2 et R_3 formant un hétérocycle,
à effectuer une cyclisation par réaction d'un composé (I_e), défini en b), sur un réactif de formule



dans laquelle X et X', semblables ou différents, sont halogènes, Q est :

- 25 - une liaison simple de valence, et l et m sont des entiers allant de 1 à 3 avec $l + m$ supérieur ou égal à 4 et inférieur ou égal à 6,
- un oxygène, un soufre ou un groupe $-NH-$, auquel cas l et m sont des entiers allant de 1 à 3 avec $l + m$ supérieur ou égal à 3 et inférieur ou égal à 5, ou
à alkyler une amino diazépino-indole intermédiaire (II_f) de formule (II) dans laquelle B est
30 un groupe $-N-R_2-R_3$, R_2 et R_3 formant avec l'atome d'azote un hétérocycle, par un réactif (III) de formule $Z-CO-A$ tel que précédemment défini.

- 58 -

- 10.) Utilisation d'un diazépino-indole selon l'une des revendications 1 à 7 pour préparer un médicament permettant de traiter des affections relevant d'une thérapie par un inhibiteur de phosphodiesterases 4.
- 5- 11.) Utilisation d'un diazépino-indole selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que le médicament permet de prévenir ou de traiter des pathologies inflammatoires telles que l'asthme ou la polyarthrite rhumatoïde.
- 12.) Médicament caractérisé en ce qu'il comprend un diazépino-indole tel qu'ils sont
10 définis dans l'une des revendications 1 à 7.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 97/00557

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 C07D487/06 A61K31/55 C07D519/00 //(C07D487/06,243:00,
209:00),(C07D519/00,487:00,487:00)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 C07D A61K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 265 734 A (HOECHST-ROUSSEL) 4 May 1988 see claims 1,7	1,11
P,A	WO 96 11690 A (JOUVEINAL) 25 April 1996 see claims 1,4	1,10

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 July 1997

Date of mailing of the international search report

04.08.97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Alfaro Faus, I

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 97/00557

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 265734 A	04-05-88	US 4840947 A	20-06-89
		JP 63104980 A	10-05-88

WO 9611690 A	25-04-96	FR 2725719 A	19-04-96
		AU 3749495 A	06-05-96
		CA 2200628 A	25-04-96
		NO 971687 A	13-06-97

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR 97/00557

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 6 C07D487/06 A61K31/55 C07D519/00 //(C07D487/06,243:00,
209:00),(C07D519/00,487:00,487:00)

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 6 C07D A61K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 265 734 A (HOECHST-ROUSSEL) 4 Mai 1988 voir revendications 1,7 ---	1,11
P,A	WO 96 11690 A (JOUVEINAL) 25 Avril 1996 voir revendications 1,4 -----	1,10

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *&* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

22 Juillet 1997

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

04.08.97

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Alfaro Faus, I

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR 97/00557

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 265734 A	04-05-88	US 4840947 A	20-06-89
		JP 63104980 A	10-05-88

WO 9611690 A	25-04-96	FR 2725719 A	19-04-96
		AU 3749495 A	06-05-96
		CA 2200628 A	25-04-96
		NO 971687 A	13-06-97
